

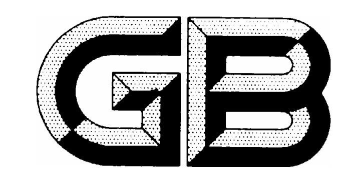
GB 24350 (2009) (Chinese): Selective circuit breakers for overcurrent protection for household and similar installation



BLANK PAGE



ICS 29.120.50
K31



中华人民共和国国家标准

GB ××××—××××

家用及类似场所用带选择性的过电流保护断路器

Selective Circuit Breakers for overcurrent protection for household and similar installation

（报批稿）

××××-××-××发布　　××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前　　言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准参考GB 10963.1-2005《电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分：用于交流的断路器》和德国标准E DIN VDE 0641-21：2008《家用及类似场所用带选择性保护的主断路器（SH-断路器）》（德文版）制定的。

本标准在技术内容上与GB 10963.1-2005《电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分：用于交流的断路器》基本一致，但考虑到具体使用情况，并增加了一些必要的技术内容。本标准按照GB/T 1.1-2000进行了编写。

本标准的附录B、附录C、附录D_2、附录H、附录I为规范性附录。

本标准的其余附录为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国低压电器标准化技术委员会（SAC/TC189）归口。

本标准负责起草单位：上海电器科学研究所（集团）有限公司。

本标准主要起草单位：上海电器科学研究所（集团）有限公司、法泰电器（江苏）股份有限公司、上海电器陶瓷厂有限公司。

本标准参加起草单位：西门子线路保护系统有限公司、北京ABB低压电器有限公司、惠州海格电气有限公司、施耐德电气（中国）投资有限公司、北京人民电器厂、浙江正泰电器股份有限公司、上海良信电器股份有限公司、上海精益电器厂有限公司、德力西电气有限公司、人民电器集团有限公司、巨邦电气有限公司、环宇集团有限公司。

本标准主要起草人：陈颖、周积刚、龚骏昌、虞国荣、林海鸥。

本标准参与起草人：包章尧、王农、王殿光、孙海涛、赵志群、王先锋、张兰晶、钱世坤、黄蓉蓉、高文乐、王隶凡、李丽芳、丁高峰、薛涵、吴辉。

家用及类似场所用带选择性的过电流保护断路器

1 范围

本标准规定了：

a） SMCB 的特性；

b） SMCB 在下列几方面应符合的条件：

1） SMCB 在正常工作时运行和工作状况；

2） SMCB 在过载时运行和工作状况；

3） SMCB 在额定短路能力及以下的短路时的运行和工作状况；

4） SMCB 的介电性能；

5） SMCB 的选择性；

c）用来确认满足这些条件的试验及试验所采用的方法；

d）SMCB 上标志的数据；

e）认证时执行的试验程序及提交的试品数量（见附录 C）；

f）短路条件下，SMCB 与连接在同一电路中的，后接符合 GB 10963.1-2005，限流等级符合附录 ZA 要求的 B、C 特性家用及类似场所用过电流保护断路器（以下简称为 MCB）的配合及其工作状况；

g）常规试验（见附录 I）。

注：“按正常使用条件”的含义是指SMCB按照制造商的规定进行使用。

本标准适用于交流50Hz或60Hz，额定电压不超过440V（相间），额定电流不超过125A，额定短路能力不超过50 000A的家用及类似场所用带选择性的过电流保护断路器（以下称作SMCB）。

这些SMCB是用来保护建筑物的线路设施和电缆的过电流及类似用途，它们设计成供未受过训练的人员使用，并且无需维修。

SMCB预期在污染等级3的环境中使用。

SMCB适用于隔离。

SMCB应能在本标准规定的技术条件下满足前后级过电流保护装置的选择性要求。

只要符合IEC 60364-4-473:1997+A1:1998的要求，本标准的SMCB也适合于在IT系统中使用。

对于防护等级高于GB 4208-2008中IP20的SMCB，以及常在恶劣环境场所（例如：过湿、过热、过冷或灰尘沉积）和在危险场所（例如：易发生爆炸的场所）下使用的这些SMCB，可要求特殊的结构。

对于装有剩余电流保护装置（RCD）SMCB的技术要求正在考虑中。

SMCB与熔断器的配合参见附录D。

本标准包含了确保符合型式试验对这类装置特性所要求的动作特性必须的全部技术要求。

本标准还包含了为保证试验结果的重复性所必须的有关试验要求和试验方法的细节。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 156-2007 标准电压 （IEC 60038:2002,MOD）

GB/T 2900.18-2008 电工术语 低压电器

GB/T 4207-2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法 （neq IEC 60112：1979）

GB 4208-2008 外壳防护等级 (IP 代码) （IEC 60529:2001,IDT）

GB 5023（所有部分） 额定电压450/750V及以下的聚氯乙烯绝缘电缆 （idt IEC 60227）

GB/T 5169.10-2006 电工电子产品着火危险试验 第10部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法 （IEC 60695-2-10:2000,IDT）

GB/T 5465.2-2008 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号（IEC 60417 DB:2007,IDT）

GB/T 9342-1988 塑料洛氏硬度试验方法 （ISO 2039-2:1981，EQV）

GB 10963.1-2005 电气附件－家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分：用于交流的断路器（IEC 60898-1:2002,IDT）

GB/T 16935.1-2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验（IEC 60664-1:2007,IDT）

GB/T20000.1-2002 标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用词汇（ISO/IEC导则2：1996，MOD）

IEC 60060-1:1989 高压试验技术 第1部分：一般定义和试验要求

IEC 60364-4-473:1997 建筑物的电气装置 － 第4部分：安全保护 － 第47章：:安全保护措施的应用 － 第473节：过电流保护措施

IEC 60050-441 国际电工词汇 第 441章: 开关板，开关装置和熔断器

3 术语和定义

GB/T 2900.18-2008规定的术语和定义及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 电器

3.1.1

开关电器 switching device

用以接通和分断一个或几个电气回路中电流的装置。

3.1.2

机械开关电器 mechanical switching device

用可分离触头来闭合或断开一个或几个电气回路的开关电器。

3.1.3

熔断器 fuse

当电流超过给定值以足够时间后，通过熔化一个或几个特殊设计和相称的熔体，断开其所接入的电路并分断电流的开关电器。

3.1.4

（机械）断路器 circuit-breaker(mechanical)

能接通、承载和分断正常电路条件下的电流，而且在规定的异常电路条件下，诸如短路电流，也能接通、承载一定时间和自动分断电流的机械开关电器。

3.1.5

家用及类似场所用带选择性的过电流保护断路器 Selective Circuit Breakers for overcurrent protection for household and similar installation

一种限流型断路器。能接通、承载和分断电路中的电流。特别是，它应能在下级分离回路中发生过电流的情况下，如果下级过电流保护装置能切断电流，其本身只进行限流，并不切断过电流。同时，在本标准规定的条件下，它应能满足上下级过电流保护装置的选择性保护要求。

3.1.6

空

3.2 一般术语

3.2.1

过电流 overcurrent

超过额定电流的任何电流。

3.2.2

过载电流 overload current

在电气上无损的电路中发生的过电流。

注：如果过载电流持续一足够长的时间也可能引起损害。

3.2.3

短路电流 short-circuit current

正常运行时，电位不同的部位之间阻抗可忽略不计的故障产生的过电流。

注：短路电流可能由故障引起，也可能由错误的连接引起。

3.2.4

（SMCB 的）主电路 main circuit （of a SMCB）

包括在其闭合和断开的电路里的SMCB的所有导电部分。

注：完全或部分平行连接到主电路中的电路称之为分电路，也可以看作为主电路。

3.2.5

（SMCB 的）控制电路 control circuit （of a SMCB）

用于SMCB的闭合操作或断开操作或用于两者的电路(主电路的电流路径除外)。

注：控制电路的电源是通过电网连接进行施加的。

3.2.6

（SMCB 的）辅助电路 auxiliary circuit （of a SMCB）

除了SMCB的主电路和控制电路以外的电路里所包括的SMCB的所有导电部件。

3.2.7

（SMCB 的） 极 pole （of a SMCB）

仅与主电路的一个独立的导电路径相连的SMCB的部件，具有用来连接和断开主电路本身的触头。它不包括那些用来将各极固定在一起并使各极一起动作的部件。

3.2.7.1

保护极 protected pole

具有过电流脱扣器（见3.3.6）的极。

3.2.7.2

无保护极 unprotected pole

没有过电流脱扣器（见3.3.6）的极，但是在其他方面通常与同一台SMCB的保护极具有相同的性能。

注 1：为确保符合本技术要求，无保护极可以与保护极结构相同或采用特殊结构。

注 2：如果无保护极的短路能力与保护极不一样，应由制造厂标明。

3.2.7.3

开闭中性极 switched neutral pole

只用来开闭中性线而不需有短路能力的极。

注：当SMCB断开时，允许开闭中性极保持闭合。

3.2.8

闭合位置 closed position

保证SMCB主电路预定的连续性的位置。

3.2.9

断开位置 open position

保证SMCB主电路的断开触头之间有预定的电气间隙的位置。

3.2.10

空气温度 air temperature

3.2.10.1

周围空气温度 ambient air temperature

在规定条件下确定的SMCB周围的空气温度（对于封闭式SMCB，是指外壳外部的空气温度）。

3.2.10.2

基准周围空气温度 reference ambient air temperature

作为时间-过电流特性基准的周围空气温度。

3.2.11

操作 operation

动触头从断开位置到闭合位置的转换或相反的转换。

注：如果应加以区分，则电气含义上的操作(即接通和分断)称为开闭操作，而机械含义上的操作(即闭合和断开)称为机械操作。

3.2.12

操作循环 operating cycle

从一个位置转换到另一个位置再返回至起始位置的连续操作。

3.2.13

操作顺序 sequence of operations

具有规定时间间隔的规定的连续操作。

3.2.14

不间断工作制 uninterrupted duty

SMCB的主触头保持在闭合位置,不间断地长时期通以一稳定电流的工作制(通电时间可以是几星期、几个月甚至几年)。

3.2.15

常规试验 routine test

对每个SMCB在制造中和/或制造后进行的试验，用以判断其是否符合某些标准。

3.3 结构部件

3.3.1

主触头 main contacts

SMCB主电路中的触头，在闭合位置时承载主电路的电流。

3.3.2

弧触头 arcing contacts

指在其上形成电弧的触头。

注：弧触头可兼作主触头，也可以把弧触头设计成一个单独的触头，使它比其他触头后断开和先闭合，以保护其它触头免受损坏。

3.3.3

控制触头 control contacts

接在SMCB控制电路中的并由SMCB以机械方式操作的触头。

3.3.4

辅助触头 auxiliary contacts

接在辅助电路中的并由SMCB以机械方式操作的触头(例如，用作指示触头的位置)。

3.3.5

脱扣器 release

与SMCB机械上连接的(或组成整体的)，用以释放保持机构并使SMCB自动断开的装置。

3.3.6

过电流脱扣器 overcurrent release

当脱扣器中电流超过预定值时，使SMCB有延时或无延时地断开的脱扣器。

注：在某些情况下，此值可能与电流上升的速率有关。

3.3.7

反时限过电流脱扣器 inverse time-delay overcurrent release

与过电流值成反比的延时后动作的过电流脱扣器。

注：这种脱扣器可设计成过电流很大时，延时接近一个确定的最小值。

3.3.8

直接过电流脱扣器 direct overcurrent release

直接由SMCB的主电路电流激励的过电流脱扣器。

3.3.9

过载脱扣器 overload release

用作过载保护的过电流脱扣器。

3.3.10

导电部件 conductive part

能导电，然而不一定用来承载工作电流的部件。

3.3.11

外露导电部件 exposed conductive part

在正常情况下不带电的，但在故障情况下可能变成带电的容易触及的导电部件。

注：典型的外露导电部件是金属外壳的壁和金属操作件等。

3.3.12

接线端子 terminal

接线端子是SMCB的可重复用于与外部电路进行电气连接的导电部件。

3.3.13

螺纹型接线端子 screw-type terminal

用于连接一根导线并且随后可拆卸这根导线，或用于两根或几根能拆卸的导线的相互连接的接线端子，其连接直接地或间接地用各种螺钉或螺母来完成。

3.3.14

柱式接线端子 pillar terminal

导线插入一个孔内或型腔内，靠螺钉的端部来压紧导线的螺纹型接线端子，其紧固压力可直接由螺钉端部来施加或通过一个由螺钉端部施加压力的过渡元件来施加。

注：柱式接线端子的示例见附录F的图F.1。

3.3.15

螺钉接线端子 screw terminal

导线紧固在螺钉头下面的螺纹型接线端子。紧固压力可直接由螺钉头来施加或通过一个过渡零件，例如：垫圈、夹板或一个防松装置来施加。

注：螺钉接线端子示例见附录F的图F.2。

3.3.16

螺栓接线端子 stud terminal

导线紧固在螺母下的螺纹型接线端子。紧固压力可直接由一个适当形状的螺母来施加或通过一个过渡零件，例如：垫圈、夹板或一个防松装置来施加。

注：螺栓接线端子的示例见附录F的图F.2。

3.3.17

鞍形接线端子 saddle terminal

导线通过两个或几个螺钉或螺母紧固在鞍形板下的螺纹型接线端子。

注：鞍形接线端子的示例见附录F的图F.3。

3.3.18

接线片式接线端子　lug terminal(16A)

用一个螺钉或螺母来紧固电缆接线片或母线的螺钉接线端子或螺栓接线端子。

注：接线片式接线端子的示例见附录F的图F.4。

3.3.19

无螺纹接线端子 screwless terminal

用于连接一根导线并且随后可拆卸这根导线，或用于两根或几根能拆卸的导线的相互连接的接线端子。其连接直接地或间接地通过弹簧、楔形块、偏心轮或锥形轮等来完成，除了剥去绝缘外，无须对导线进行特殊加工。

3.3.20

空

3.3.21

自攻螺钉 tapping screw

用变形抗力较高的材料制成的旋入变形抗力比螺钉低的材料孔内的螺钉。

螺钉制成锥形螺纹，其端部螺纹的内径呈圆锥形。

由螺钉作用产生的螺纹，只有在螺钉旋转足够圈数超出锥体部分的螺纹后才能可靠成形。

3.3.22

螺纹挤压成形的自攻螺钉 thread forming tapping screw

具有连续螺纹的自攻螺钉，其螺纹没有从孔内切削材料的功能。

注：螺纹挤压成形的自攻螺钉的示例见图1。

3.3.23

螺纹切削式自攻螺钉 thread cutting tapping screw

具有不连续螺纹的自攻螺钉，其螺纹具有从孔内切削材料的功能。

注：螺纹切削自攻螺钉的示例见图2。

3.4　操作条件

3.4.1

闭合操作 closing operation

SMCB从断开位置转换到闭合位置的操作。

3.4.2

断开操作 opening operation

SMCB从闭合位置转换到断开位置的操作。

3.4.3

有关人力操作 dependent manual operation

完全靠直接施加人力的操作，因而操作的速度和力取决于操作者的动作。

3.4.4

无关人力操作 independent manual operation

能量来源于人力，并在一次连续操作中储存和释放的贮能操作，因而操作的速度和力与操作者的动作无关。

3.4.5

自由脱扣的 SMCB trip-free SMCB

闭合操作开始后，若进行自动断开操作时，即使保持闭合指令，其动触头能返回并保持在断开位置的SMCB。

注：为了确保正常分断可能已经产生的电流，可能需要使触头瞬时地到达闭合位置。

3.5　特性量

除非另有规定，所有的电流和电压均为有效值。

3.5.1

额定值 rated value

用来确定SMCB所设计和制造的工作条件的任何一种特性量的规定值。

3.5.2

（电路的和与 SMCB 有关的）预期电流 prospective current (of a circuit, and with respect to a SMCB)

如果SMCB的每极用一个阻抗可忽略不计的导线代替时，在电路中流过的电流。

注：预期电流同样可以看作一个实际电流，例如：预期分断电流，预期峰值电流。

3.5.3

预期峰值电流 prospective peak current

在接通以后的瞬态过程中预期电流的峰值。

注：此定义假定电流是由理想的SMCB接通的，即其阻抗瞬时地由无穷大转变为零，对电流可流过几个不同路径的电路，例如多相电路，此定义进一步假定电流在所有极是同时接通的，即使仅考虑一个极的电流。

3.5.4

（交流电路的）最大预期峰值电流 maximum prospective peak current （of an a.c. circuit）

当电流接通发生在可能导致最大值的瞬间的预期峰值电流。

注：对多相电路中的多极SMCB，最大预期峰值电流仅指单极。

3.5.5

短路（接通和分断）能力 short-circuit （making and breaking） capacity

在规定条件下，用SMCB来接通，承载其断开时间和分断的用有效值表示的预期电流的交流分量。

3.5.5.1

极限短路分断能力 ultimate short-circuit breaking capacity

根据规定的试验程序，其规定条件不包括SMCB在额定电流下承载约定时间的分断能力。

3.5.5.2

运行短路分断能力 service short-circuit breaking capacity

根据规定的试验程序，其规定条件包括SMCB在额定电流下承载约定时间的分断能力。

3.5.6

分断电流 breaking current

在分断过程中，产生电弧瞬间在SMCB一个极流过的电流。

3.5.7

外施电压 applied voltage

在刚接通电流前，加在SMCB一个极的接线端子之间的电压。

注：此定义指单极SMCB。对多极SMCB，外施电压是SMCB电源端子之间的电压。

3.5.8

恢复电压 recovery voltage

分断电流后，在SMCB一极的接线端子之间出现的电压。

注1：此电压可以认为有两个连续的时间间隔组成，第一个时间间隔出现瞬态电压，接着的第二个时间间隔只出现工频恢复电压。

注2：此定义指单极SMCB。对多极SMCB，恢复电压是指SMCB电源端子之间的电压。

3.5.8.1

瞬态恢复电压 transient recovery voltage

在具有显著瞬态特征的时间内的恢复电压。

注：根据电路和SMCB的特性，瞬态电压可以是振荡的，非振荡的或两者兼有。此电压包括多相电路中性点位移的电压。

3.5.8.2

工频恢复电压 power-frequency recovery voltage

在瞬态电压现象消失以后的恢复电压。

3.5.9

短延时时间 short-delay time

为确保级联的过电流保护电器有选择性，SMCB的脱扣器延时动作的时间。

3.5.10

燃弧时间 arcing time

3.5.10.1

一极燃弧时间 arcing time of a pole

从一极产生电弧瞬间起到该极电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

3.5.10.2

多极 SMCB 的燃弧时间 arcing time of a multipole SMCB

从第一个电弧产生瞬间起到所有极电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

3.5.11

分断时间 break time

3.5.11.1

断开时间 opening time

SMCB在闭合位置，从主电路电流达到过电流脱扣器动作值瞬间起到所有极的弧触头都分开瞬间为止的时间间隔。

注：断开时间通常称为脱扣时间。尽管严格地说脱扣时间是断开时间开始瞬间起到断开指令不可逆转瞬间为止的时间间隔。

3.5.11.2

分断时间 break time

SMCB在闭合位置，从主电路电流达到过电流脱扣器动作值瞬间起到燃弧时间结束为止的时间间隔。

3.5.12

I^2t-值 (焦耳积分) I^2t （Joule integral）

电流平方在给定的时间间隔内的积分:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \, dt$$

3.5.13

SMCB 的 I^2t 特性 I^2t characteristic of a SMCB

在规定的工作条件下，表示 I^2t的最大值为预期电流函数的曲线。

3.5.14

选择性和后备保护 discrimination(selectivity) and back-up protection

3.5.14.1

选择性 discrimination(selectivity)

选择性是指串联的过电流保护电器之间的配合。两个或几个串联的过电流保护电器之间动作特性的配合，过电流在规定的范围内时，指定的这个范围内动作的保护电器动作，而其他保护电器不动作。

过电流的选择性极限值是指串联的多个过电流保护电器由串联在后的保护电器单独分断情况下的电流极限值。选择性极限值应不超过串联在后的过电流保护电器的I_{cn}。如果过电流超过了该值，则应由串联在前的过电流保护电器提供后备保护。

3.5.14.1.1

同串联在后的 MCB 在过电流情况下的选择性极限电流值 I_{s1} Selectivity limit current (I_{s1}) under overcurrent conditions with downstream MCB

SMCB和串联在后的MCB组成的串联电路用级联配合1表示(见 图 17a)。

I_{s1} 是级联配合1中SMCB的选择性极限电流值。

3.5.14.1.2

空

3.5.14.2

后备保护 back-up protection

两个串联的过电流保护电器之间的过电流配合，通常电源侧的保护电器（但不是必须在电源侧）在有或没有另外一个保护电器的帮助下实现过电流保护，并防止另一个保护电器受过度的应力。

3.5.14.3

交接电流 I_B take-over current I_B

两个过电流保护电器的时间-电流特性曲线交点处的电流值。

注：交接电流是两个串联的过电流保护电器的最大分断-时间/电流特性曲线交点处的电流值。

3.5.14.4

(电路或开关电器的)限制短路电流 conditional short-circuit current(of a circuit or a switching device)

在规定的使用和性能条件下，由规定的短路保护电器保护的电路或开关电器在该保护电器的全部动作时间内能完满承受的预期电流。

注1：就本标准而言，短路保护电器一般是指断路器或熔断器。

注2：本定义与IEC60054-441中 441-17-20不同，把限流电器的概念扩展到短路保护电器，短路保护电器的功能不仅仅是限制电流。

3.5.14.5

额定限制短路电流 I_{nc} rated conditional short-circuit current I_{nc}

在有关产品标准的试验条件下，用制造厂规定的保护电器保护的设备在该保护电器动作的时间内能完满承受的预期电流值。

3.5.15

约定不脱扣电流 I_{nt} conventional non-tripping current I_{nt}

SMCB能承载一个规定时间(约定时间)而不脱扣的规定电流值。

3.5.16

脱扣电流 tripping current

3.5.16.1

约定脱扣电流 I_t conventional tripping current I_t

使SMCB在规定时间(约定时间)内脱扣的规定电流值。

3.5.16.2

延时脱扣电流 I_{tv} delay tripping current I_{tv}

使SMCB在规定时间内自动延时脱扣的约定电流值。

3.5.16.3

短延时脱扣电流 I_{tk} short delay tripping current I_{tk}

使SMCB在规定时间内自动短延时脱扣的约定电流值。

3.5.17

瞬时脱扣电流 instantaneous tripping current

使SMCB无故意延时自动动作的最小电流值。

注：对于SMCB，无约定值。

3.6　关于绝缘配合的定义

3.6.1

绝缘配合 insulation co-ordination

考虑预期的微观环境和影响应力，电气设备绝缘特性相互之间的关系。

3.6.2

工作电压 working voltage

当设备施加额定电压时，在任何特定的绝缘上可能发生的直流电压或交流电压的最大有效值。

注 1：瞬态现象忽略不计。

注 2：考虑开路条件和正常工作条件两者。

3.6.3

过电压 overvoltage

在正常工作条件下，峰值超过最大稳态电压相应峰值的任何电压。

3.6.4

冲击耐受电压 impulse withstand voltage

在规定条件下，不引起绝缘击穿的指定波形和极性的冲击电压的最高峰值。

3.6.5

过电压类别 overvoltage category

定义瞬态过电压条件的分类。

3.6.6

宏观环境 macro-environment

安装或使用设备的房间或其他场所的环境。

3.6.7

微观环境 micro-environment

对爬电距离尺寸确定有显著影响的紧靠绝缘的环境。

3.6.8

污染 pollution

任何能导致绝缘的介电强度或表面电阻率降低的外来的固体、液体或气体物质的增加。

3.6.9

污染等级 pollution degree

表征微观环境预期污染的分类。

注：因为采用诸如外壳或防止潮气吸收或凝露的内部加热提供的保护，设备暴露环境的污染等级可能与设备位于场所宏观环境污染等级不同。

3.6.10

隔离（隔离功能）isolation (isolating function)

出于安全的原因，通过使其与所有电源分开的方法切断整个装置或其中一个独立部分的电源。

3.6.11

（机械开关电器一极的）隔离距离 isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)

满足对隔离用途规定的安全要求的断开触头之间的电气间隙。

3.6.12

电气间隙 clearance

两个导电部件之间以最短的方式张紧的绳子在空气中的最短距离（见附录B）。

注：为确定对易触及部件的电气间隙，绝缘外壳的易触及表面应视为导电的，好象该外壳的能被手或图9的标准试指触及的表面覆盖一层金属箔一样。

3.6.13

爬电距离 creepage distance

两个导电部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。（见附录B）。

注：为确定对易触及部件的爬电距离，绝缘外壳的易触及表面应视为导电的，好象该外壳的能被手或图9的标准试指触及的表面覆盖一层金属箔一样。

4 分类

SMCB按下列方法分类：

4.1 根据极数分：

——单极 SMCB；

——带 1 个保护极的二极 SMCB；

——带 2 个保护极的二极 SMCB；

——带 3 个保护极的三极 SMCB；

——带 3 个保护极的四极 SMCB；

——带 4 个保护极的四极 SMCB。

注：不是保护极的极可以是：

——“无保护极”（见 3.2.7.2）；

——“开闭中性极”（见 3.2.7.3）。

4.2 根据对外部影响的防护分：

——封闭式（不需要合适的外壳）；

——非封闭式（需配合适的外壳）。

4.3 根据安装方式分

——平面安装式；

——嵌入安装式；

——面板式，也称为配电板式；

注1：这些方式均可安装在安装轨上。

——母排式（直接插入或通过母排适配器）。

注2：对于母排式SMCB的技术要求正在考虑中。

4.4 根据接线方式分（接线端子的型式）

——具有连接外部铜导线的螺纹型接线端子的SMCB；

——具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的SMCB；

——具有扁平快速连接外部铜导线的接线端子的SMCB；

——具有连接外部铝导线的螺纹型接线端子的SMCB；

——具有用于母排系统连接的插接端子的SMCB；

——具有上述组合接线端子型式的SMCB。

注：除了连接外部铜导线的螺纹型接线端子之外，具有其余型式接线端子的SMCB的要求正在考虑中。

4.5 根据脱扣特性分：

——脱扣特性 E；

——脱扣特性 C_s。

4.6 根据带或不带控制回路（见 3.2.5）分：

——带控制回路；

——不带控制回路。

5 SMCB 特性

5.1 特性概述

SMCB的特性应由下列术语来确定：

——极数（见 4.1）；
——对外部影响的防护（见 4.2）；
——安装方式（见 4.3）；
——接线方式（见 4.4）；
——额定电压（见 5.3.1）；
——额定电流（见 5.3.2）；
——额定频率（见 5.3.3）；
——额定短路能力（见 5.3.4）。

5.2 额定量

5.2.1 额定电压

5.2.1.1 额定工作电压(U_e)

SMCB的额定工作电压（以下均称额定电压）是制造厂规定的电压值，此值与SMCB的性能（尤其是短路性能）有关。

注：同一台SMCB可规定几个额定电压和相应的额定短路能力。

5.2.1.2 额定绝缘电压（U_i）

SMCB的额定绝缘电压是制造厂规定的电压值，此值与介电试验电压以及爬电距离有关。

除非另有规定，额定绝缘电压是SMCB的最大额定电压值，在任何情况下，最大额定电压不应超过额定绝缘电压。

5.2.1.3 额定冲击耐受电压（U_{imp}）

SMCB的额定冲击耐受电压应等于或高于5.3.6规定的冲击耐受电压的标准值。

5.2.2 额定电流（I_n）

制造厂规定的SMCB在规定的基准周围空气温度及不间断工作制（见3.2.14）下能承载的电流。

标准的基准周围空气温度是30℃。如果SMCB采用其它的基准周围空气温度，则应考虑对电缆过载保护的影响，因为按照安装规程，电缆也是以30℃基准周围空气温度为基础的。

5.2.3 额定频率

SMCB的额定频率是为SMCB设计而规定的，且与其它特性相对应的工频频率。

同一台SMCB可规定几个额定频率。

5.2.4 额定短路能力（I_{cn}）

SMCB的额定短路能力是制造厂对SMCB规定的极限短路分断能力（见3.5.5.1）值。

注：具有给定额定短路能力的SMCB有一个相应的运行短路能力（I_{cs}）（见表19）。

5.3 标准值和优选值

5.3.1 额定电压标准值

额定电压标准值见表1。

表1　额定电压标准值

SMCB	SMCB 的供电线路	在 230V，230/400V，400V 系统使用的 SMCB 的额定电压 V
单极	单相（相线对中性线或相线对相线）	230
	三相四线	230
	单相（相线对中性线）或三相，使用三个单极的 SMCB（三线或四线）	230/400
二极	单相（相线对中性线或相线对相线）	230
	单相（相线对相线）	400
	三相（四线）	230
三极	三相（三线或四线）	400
四极	三相（四线）	400
注 1：在 IEC 60038 中，电网电压值 230/400V 已经标准化，这些电压值宜逐步取代 220/380V 和 240/415V 电压值。 注 2：在本标准中，凡涉及到 230V 和 400V 的地方，可以分别理解为 220V 或 240V、380V 或 415V。		

额定电压为230V的二极SMCB可以有一个或2个保护极。

额定电压为400V的二极SMCB应有2个保护极。

三极SMCB应有3个保护极。

四极SMCB可以有3个或4个保护极。

5.3.2　额定电流优选值

额定电流优选值是：

10A、16A、20A、25A、32A、40A、50A、63A、80A、100A和125A。

5.3.3　额定频率标准值

额定频率标准值是：50Hz或60Hz。

5.3.4　额定短路能力标准值

5.3.4.1　10 000A 及以下的标准值

额定短路能力为 10 000A 及以下的标准值是：

4 500A、6 000A 和 10 000A。

相应功率因数范围在 9.12.5 中规定。

5.3.4.2　大于 10 000A 至 50 000A（含 50 000A）的值

对于大于 10 000A 至 50 000A（含 50 000A）的值，其优选值是 15 000A、25 000A、50 000A。

相应功率因数范围在 9.12.5 中规定。

5.3.5　脱扣特性标准值

脱扣特性标准值在表2中规定。

表2　脱扣特性标准值

脱扣特性	约定不脱扣电流 I_{nt}	约定脱扣电流 I_t	延时脱扣电流 I_{tv}	短延时脱扣电流 I_{tk}
E	1.05 I_n	1.2 I_n	5 I_n	6.25 I_n
C_s	1.13 I_n	1.45I_n	6.5 I_n	10 I_n

5.3.6　额定冲击耐受电压（U_{imp}）的标准值

表3 额定冲击耐受电压与装置标称电压的关系

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	装置的标称电压
	三相系统 V
6	230/400
注 1：检验绝缘的试验电压见表 14。	
注 2：检验断开触头之间隔离距离的试验电压见表 13。	

额定冲击耐受电压（U_{imp}）的标准值是6kV。

5.3.7 额定绝缘电压(U_i)的标准值

额定绝缘电压(U_i)的标准值是690V。

5.3.8 选择性极限(I_{s1})的标准值

选择性极限(I_{s1})的标准值是4 500A、6 000A 和10 000A。

6 标志和其他产品资料

每台SMCB应以耐久的方式标出下列内容：

a) 制造厂名称或商标；

b) 型号，目录号或系列号；

c) 标准号；

d) 额定电压；

e) 额定电流，不标符号“A”，在前面冠以脱扣特性的符号（E），例如：E25；

f) 如果规定 SMCB 只适用于一个频率时，则应标明额定频率（见 5.3.3)；

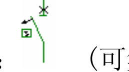
g) 额定短路能力，用 A 表示；

h) 接线图，除非正确的接线方式是显而易见的；

i) 基准周围空气温度（如果不是 30℃时)；

j) 防护等级(如果不是 IP20 时)；

k) 选择性信息 （I_{s1}）；

l) SMCB 的电气符号是：  （可集成在线路图中)；

m) 额定绝缘电压（U_i)；

n) 额定冲击耐受电压（U_{imp})；

o) 过电压类别；

p) 污染等级。

SMCB安装后,标志d),e),g),m)的内容应显而易见。

如果SMCB可利用的空间不足以标志上述所有数据，则可把标志a),b),c),f),h),k), m),n)的内容标在SMCB的侧面或背面。

标志h）的内容也可标在接电源线时必须打开的盖子里面。该线路图不应标在松散地附在SMCB上的标签上。

标志i）,j）,o）和p）也可仅在SMCB的文件资料中说明。

如果SMCB上标志的防护等级高于GB 4208-2008的IP20，则无论采用哪种安装方式均应符合这个要求。如果较高的防护等级仅是采用特定的安装方法和/或使用特定的附件（例如，端子盖板，外壳等）来达到的，则应在制造厂的文件中规定。

制造厂可在其技术文件（见附录D）中给出SMCB与其后级用作故障条件下电击保护（间接接触保护）的熔断器配合的说明（适用时）。

SMCB的断开位置应用“O”符号（一圆圈）表示，而闭合位置用“|”（一竖短直线）表示。当SMCB安装后，这些指示应清晰可见。

对于有几个电流额定值的SMCB，应按标志e）的要求标志最大值。此外，SMCB可调节的电流值应明确地标明。

如果必须区分电源端和负载端，则电源端应用指向SMCB的箭头标明，负载端用背向SMCB地箭头标明。

专用于中线线的接线端子应用字母“N”标明。

用于保护导线的接线端子（如有的话）应用符号 ⏚（GB/T 5465.2-5019-2008）标明。

注：以前推荐的符号⏚（GB/T 5465.2-5017-2008）将逐步被上述推荐的符号（GB/T 5465.2-5019-2008）取代。

标志应是不易擦掉及容易识别的，并且不应位于螺钉、垫圈或其他可移动的部件上。

通过检查和9.3的试验来检验是否符合要求。

7 使用的标准工作条件

符合本标准的SMCB应能在下列标准条件下使用。

7.1 周围空气温度范围

周围空气温度不超过＋40℃，并且在24h内的平均温度不超过＋35℃。

周围空气温度的下限是－5℃。

在周围空气温度高于＋40℃（尤其是热带国家）或低于－5℃的条件下使用的断路器应采用特殊设计或按制造厂样本中提供的数据使用。

7.2 海拔

安装地点的海拔一般不超过2 000m。

对于安装在更高海拔的装置，应考虑介电强度和空气冷却效果的降低。预期在此条件下使用的断路器应特殊设计或按制造厂与用户间的协议使用。制造厂样本中给出的资料可取代此项协议。

7.3 大气条件

在最高温度为＋40℃时，空气的相对湿度不超过50%。

在较低温度下可允许较高的相对湿度，例如在＋20℃时，相对湿度为90%。

对由于温度变化可能偶尔产生适度的凝露，应注意采取适当的措施（例如排水孔）。

7.4 安装条件

SMCB应按制造厂的说明书安装。

7.5 污染等级

本标准的SMCB适用于污染等级为3的环境，即该环境中具有导电性污染或由于凝露使干燥的非导电性污染变成导电性污染。

8 结构和动作要求

8.1 机械设计

8.1.1 一般要求

SMCB的设计和结构应使其在正常使用条件下性能可靠，对操作者或周围环境无危险。

一般是采用规定的所有有关试验来检查是否符合要求。

8.1.2 机构

多极SMCB的所有极的动触头机械上应这样联结，即除了可开闭的中性极(如果有的话)外，所有极无论是手动操作或自动操作基本上同时接通和同时分断，即使仅在一个保护极发生过载时也是如此。

四极SMCB的开闭中性极（见3.2.7.3）不应比保护极后闭合和先断开。

通过采用适当的装置（例如：指示灯，示波器等）进行检查和手动试验来检验是否符合要求。

如果具有适当短路接通分断能力的一个极被用作中性极，并且SMCB是无关人力操作（见3.4.4），则所有的极包括中性极可以基本上同时动作。

SMCB应有自由脱扣机构。

应可用手动操作开闭SMCB。

SMCB的结构应使得动触头只能置于闭合位置（见3.2.8）或断开位置（见3.2.9），即使操作件释放在一个中间位置时也是如此。

SMCB在断开位置（3.2.9）时应按满足隔离功能（见8.3）所必须的要求提供一个隔离距离。用下列一个或两个方式指示主触头的断开位置和闭合位置：

——操作件的位置（优选的）；

——分开的机械指示器。

如果用一个独立的机械指示器来指示主触头的位置，对闭合位置（ON）指示器应显示红色，对断开位置（OFF）显示绿色。

触头位置指示装置应该可靠。

通过检查和9.10.2和9.11.3的试验来检验是否符合要求。

如果用操作件来指示触头的位置，脱扣时操作件应自动地位于与动触头位置相对应的位置。在这种情况下，操作件应有两个明显不同的与触头位置相应的停止位置，但对自动断开，操作件可以有第三个明显不同的位置。

机械的动作应不受外壳或盖的位置的影响，并且与任何可移动的部件无关。

由制造厂密封定位的盖子看作是不可移动的部件。

操作件应可靠地固定在其轴上，并且不借助于工具应不可能把操作件卸下。允许将操作件直接固定在盖上。

如果操作件是“上下运动”的，当SMCB按正常使用安装时，则向上运动应使触头闭合。

通过检查和9.12.12.1和9.12.12.2的试验来检验是否符合要求。

当制造厂提供或规定了把操作件锁定在断开位置的装置时，应只有在主触头处于断开位置时才可能把操作件锁定在断开位置。

注：对特定的使用场合，允许把操作件锁定在闭合位置。

通过直观检查及参照制造厂的说明书来检验是否符合要求。

8.1.3 电气间隙和爬电距离（见附录B）

电气间隙和爬电距离要求的最小值见表4，表4的值是基于SMCB设计成在污染等级为3的环境中使用。

根据GB/T 16935.1-2008中2.7.1.1和2.7.1.3的相比电痕化指数（CTI），把绝缘材料分成材料组别。

表4 最小电气间隙和爬电距离

部位	最小电气间隙 mm	最小爬电距离[e,f] mm	
		组别II (400V≤CTI＜600V)[d]	组别I (600V≤CTI)[d]
	额定电压 V	工作电压[e] V	
	230/400 230 400	400	400
1. 当主触头处于断开位置时，分开的带电部件之间[a]	5.5	9.0	8.0
2. 不同极的带电部件之间[a,j]	5.5	9.0	8.0
3. 不同电源供电的电路之间，其中一个电源为 PELV 或 SELV[g]	8.0	9.0	8.0
		额定电压 V	
		230/400	230/400
4. 带电部件与			
— 操作件可触及的表面之间	5.5	9.0	8.0
— 安装SMCB时必须拆下的盖的固定螺钉或其他器件之间	5.5	9.0	8.0
— SMCB 安装的平面之间[b]	5.5	9.0	8.0
— 固定SMCB 的螺钉或其他器件之间[b]	5.5	9.0	8.0
— 金属盖或外壳之间[b]	5.5	9.0	8.0
— 其他可触及的金属部件之间[c]	5.5	9.0	8.0
— 支承嵌入式SMCB 的金属支架之间	5.5	9.0	8.0

注 1：400V 的值对 440V 同样有效。

注 2：中性线回路的部件（如果有的话）也认为是带电部件。

[a] 对辅助和控制触头，其值在有关标准中规定。

[b] 如果SMCB的带电部件与金属屏蔽层之间或与安装SMCB的平面之间的电气间隙和爬电距离不仅仅与SMCB的设计有关，使得SMCB安装在最不利条件时电气间隙和爬电距离会减少，则电气间隙和爬电距离值应加倍。

[c] 包括覆盖在按正常使用安装后易触及的绝缘材料表面的金属箔，用9.6的伸直的无关节的试指（见图 9）把金属箔推至各个角落和凹槽等地方。

[d] 见GB/T 4207。

[e] 在确定相应于表列的工作电压的中间电压值的爬电距离时，允许采用插入法。确定爬电距离见附录B。

[f] 爬电距离不能小于相应的电气间隙。

[g] 包括辅助触头中ELV所有不同的电压。

[h] 空

[i] 空。

[j] 对于并排安装的SMCB之间不同极性的带电导体之间的爬电距离也适用。

8.1.4 螺钉、载流部件和连接

8.1.4.1 无论电气连接或机械连接应能承受正常使用时产生的机械应力。

安装过程中，安装SMCB使用的螺钉不应是螺纹切削式自攻螺钉。

注 1：安装SMCB使用的螺钉(或螺母)包括固定盖或盖板的螺钉，但不包括用于螺纹导线管和固定SMCB基座的连接装置。

通过直观检查和9.4的试验来检验是否符合要求。

注 2：可认为9.8、9.9、9.12、9.13和9.14的试验对螺纹连接进行了检验。

8.1.4.2 安装过程中，安装 SMCB 时所用的与绝缘材料螺纹啮合的螺钉，应保证其正确导入螺孔或螺帽内。

通过直观检查和手动试验来检验是否符合要求。

注：如果能防止螺钉倾斜导入，例如用内螺纹中的凹槽固定的零件或使用一个去除前端导向螺纹的螺钉进行导向，则就满足了有关螺钉正确导入的要求。

8.1.4.3 电气连接应这样设计，使得触头压力不是通过除了陶瓷、纯云母或其他性能相当的材料以外的绝缘材料来传递，除非在金属部件中具有足够的弹性以补偿绝缘材料任何可能的收缩或变形。

通过直观检查来检验是否符合要求。

注：材料的适用性是就材料尺寸的稳定性来考虑的。

8.1.4.4 载流部件和连接包括用作保护导线的部件(如果有的话)应是：

——铜；

——对冷加工部件，含铜量至少为 58%的合金。对于其他部件，含铜量至少为 50%的合金；

——耐腐蚀性能不低于铜并且具有适当机械性能的其他金属或适当的涂层的金属。

注：确定耐腐蚀性能的新的要求及适当的试验正在考虑，这些要求宜允许使用其他有适当涂层的材料。

本条款的要求不适用于触头、磁路、加热元件、双金属片、限流材料、分流器、电子元件包括印刷线路板，也不适用于螺钉、螺母、垫圈、夹紧板和接线端子的类似部件。

通过制造商的规定来检验是否符合要求。

8.1.5 连接外部导线的接线端子

8.1.5.1 连接外部导线的接线端子应确保其连接的导线可长期保持应的接触压力。

接线端子在预期的使用条件下，应是容易触及的。

通过直观检查，对螺纹型接线端子通过9.5的试验来检验是否符合要求。

8.1.5.2 SMCB 应具有允许连接如表 5 所示的标称截面积的铜导线的接线端子。

注：螺纹型接线端子可能的形状和结构的示例参见附录F。

通过直观检查，测量以及依次连接一根规定的最小截面积和一根最大截面积的导线来检验是否符合要求。

表5 螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积

额定电流 [a] A	被夹紧的标称截面积范围 [a] mm²
13 及以下	1～2.5
＞13～16(含 16)	1～4
＞16～25(含 25)	1.5～6
＞25～32(含 32)	2.5～10
＞32～50(含 50)	4～16
＞50～80(含 80)	10～25
＞80～100(含 100)	16～35
＞100～125(含 125)	25～50

[a] 对额定电流小于等于 50A 的接线端子，要求其设计成能夹紧实心导线和硬性多股绞合导线,允许使用软导线。但是对截面积为 1mm²～6mm² 的导线，允许其结构仅用于夹紧实心导线。

8.1.5.3 接线端子中用于紧固导线的部件不应用作固定其它任何元件，尽管它们可用来使接线端子定位或防止其转动。

通过直观检查和9.5的试验来检验是否符合要求。

8.1.5.4 额定电流小于等于 63A 的接线端子应允许连接未经特殊加工的导线。

通过直观检查其是否符合要求。.

注：术语“特殊加工”包括焊接导线的线丝，使用电缆接头，弯成小圆环等，但不包括导线插入接线端子前的重新整形或为增加软性导线头部强度而拧紧导线的措施。

8.1.5.5　接线端子应具有足够的机械强度。用于紧固导线的螺钉和螺母应具有 ISO 规定公制的螺纹或节距和机械强度相当的螺纹。

通过直观检查和9.4和9.5.1的试验来检验其是否符合要求。

注：目前，SI、BA和UN螺纹可以使用，因为这些螺纹在节距和机械强度方面实际上与公制ISO螺纹相当。

8.1.5.6　接线端子的设计应使得其在紧固导线时不会过度损坏导线。

通过直观检查和9.5.2的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.7　接线端子的设计应使其能可靠地把导线紧固在金属表面之间。

通过直观检查和9.4和9.5.1的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.8　接线端子的设计或布置应使得硬性实心导线或绞合导线的线丝在拧紧紧固螺钉或螺母时不能滑出接线端子。

本要求不适用于接线片式接线端子。

通过9.5.3的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.9　接线端子应这样固定或定位，使得接线端子在拧紧或拧松紧固螺钉或螺母时不会从 SMCB 的固定处松动。

注 1：这些要求不是指接线端子的设计应使得其转动或位移受阻止，但对任何移动应充分地加以限制以免不符合本标准的要求。

注 2：只要符合下列要求，可认为采用密封化合物或树脂足以防止接线端子松动：

——在正常使用时，密封化合物或树脂不受到应力；

——在本标准规定的最不利条件下，接线端子所能达到的温度不会损害密封化合物或树脂的效果。

通过直观检查和9.4的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.10　连接保护导线的接线端子的紧固螺钉或螺母应具有足够的可靠性以防止意外的松动。

通过手动试验来检查其是否符合要求。

注：一般来说，接线端子的结构（附录F列出的示例）都具有足够的弹性可符合本要求；对于其它结构，可能需要采取特殊措施，例如，使用一个不大可能因疏忽而丢失的具有足够弹性的部件。

8.1.5.11　柱式接线端子应允许完全插入并可靠地夹紧导线。

把表5中对相应额定电流规定的最大截面积的实心导线完全插入接线端子，并施加表10中规定的扭矩完全紧固后，通过直观检查其是否符合要求。

8.1.5.12　用于连接外部导线的接线端子的螺钉和螺母应与金属螺纹啮合，并且这些螺钉不应是自攻螺钉。

通过直观检查来检验是否符合要求。

8.1.6　空

8.1.7　空

8.2　电击保护

SMCB的结构应使其在按正常使用安装和接线后，带电部件是不易触及的。

如果部件能被试指（见9.6）触及，则认为该部件是易触及的。

当其按正常使用条件安装和接线后，易触及的外部零件，不包括固定盖和铭牌的螺钉或其他器件，应用绝缘材料制成或全部衬垫绝缘材料，除非带电部件位于一个绝缘材料的内壳里。

衬垫应以这样的方式固定，使得它们在安装SMCB的过程中不可能丢失。衬垫应具有足够的厚度和机械强度并且在锐利的边缘处应提供足够的保护。

电缆或导线管的入口应是绝缘材料制成的或具有绝缘材料套管或类似装置，这些装置应可靠地固定并且有足够的机械强度。

金属的操作件应与带电部件绝缘，其外露的导电部件应覆盖有绝缘材料。本要求不适用于连接各极绝缘操作件的装置。机构的金属部件应是不易触及的。此外，它们应与易触及的金属部件绝缘，与支承嵌入式SMCB基座的金属支架绝缘，与把基座固定在支架上的螺钉或其他器件以及用作支架的金属板绝缘（如果有的话）。

就本条款而言，认为清漆和搪瓷不能提供足够的绝缘。

通过直观检查及9.6的试验来检验是否符合要求。

8.3 介电性能和隔离能力

SMCB应具有足够的介电性能并应确保隔离。

8.3.1 工频介电强度

SMCB在工频电压下应有足够的介电强度。

通过在新的SMCB上进行9.7.1、9.7.2和9.7.3的试验来检验其是否符合要求。

此外，在9.11的寿命试验和9.12短路试验后，SMCB应能承受9.7.3的试验，但是分别在9.11.3和9.12.12规定的降低的电压下试验，并且试验前不进行9.7.1的潮湿处理。

8.3.2 隔离能力

SMCB应适合于隔离。

通过验证符合表4中项1的最小电气间隙和爬电距离及9.7.6.1和9.7.6.3的试验来检验是否符合要求。

8.3.3 在额定冲击耐受电压（U_{imp}）下的介电强度

SMCB应足以耐受冲击电压。

通过9.7.6.2的试验来检验是否符合要求。

8.4 温升

8.4.1 温升极限

在9.8.2规定的条件下，测量表6规定的SMCB各部件的温升不应超过该表规定的极限值。

SMCB不应受到影响其功能和使用安全的损害。

表6 温升值

部 件 [a、b]	温升 K
连接外部导线的接线端子	60
在手动操作SMCB过程中，易触及的外部部件，包括绝缘材料的操作件以及连接各极绝缘的操作件的金属部件	40
操作件的外部金属部件	25
其他外部部件，包括SMCB与安装平面直接接触的表面	60

[a] 对触头的温升值不作规定，因为大多数SMCB的结构如不变动部件或移动部件不能直接测量这些部件的温度，而这些变动往往会影响试验的重复性。28天试验(见9.9)被认为已间接地对触头在使用中过度发热的工作情况作了充分的检验。

[b] 除了表列部件外，其他部件的温升值不作规定，但不应引起相邻的绝缘材料部件损坏，也不能妨碍SMCB的操作。

8.4.2 周围空气温度

表6所示的温升极限值仅适用于周围空气温度保持在7.1规定的极限范围内。

8.5 不间断工作制

SMCB即使在长期运行后也应可靠地工作。

通过9.9的试验来检验其是否符合要求。

8.6 自动动作

8.6.1 标准时间-电流带

SMCB的脱扣特性应使得它们对电路有足够的保护，而无过早的动作。

SMCB的时间-电流特性带（脱扣特性）由表7规定的条件和值来确定。

表7是指SMCB按基准条件（见9.2）安装，并且在30℃基准校准温度下工作，温度误差为$^{+5}_{0}$℃。

通过9.10规定的试验来检验其是否符合要求。

试验可在任何合适的温度下进行，根据制造厂给出的资料使试验结果以30℃为基准。

在任何情况下，校准温度每变化1K，表7的试验电流的变化不应超过1.2%。

如果SMCB标志的校准温度不是30℃，则它们应在这个不同的温度下进行试验。

校准温度与基准值不同时，制造厂应给出关于脱扣特性变化的资料。

表7　时间-电流动作特性

试验	根据表2的试验电流	起始状态	脱扣或不脱扣时间极限	预期结果	附注
a	I_{nt}	冷态[a]	t≤2h	不脱扣	
b	I_t	紧接着试验 a	t < 2h	脱扣	电流在5 s内稳定地增加
c	I_{tv}	冷态[a]	0.05s < t < 15s[b]	延时脱扣	通过闭合辅助开关接通电流
d	I_{tk}	冷态[a]	0.01s ≤ t ≤ 0.3s	短延时脱扣	通过闭合辅助开关接通电流
[a]术语“冷态”指在基准校准温度下，试验前不带负载。 [b]对于E特性：5s（I_n≤32A）或10s（I_n>32A）。					

8.6.2　约定量

8.6.2.1　约定时间

SMCB的约定时间是 2h。

8.6.2.2　约定不脱扣电流（I_{nt}）

SMCB的约定不脱扣电流值见表 2。

8.6.2.3　约定脱扣电流（I_t）

SMCB的约定脱扣电流值见表 2。

8.6.2.4　延时脱扣电流(I_{tv})

SMCB的延时脱扣电流值见表 2。

8.6.2.5　短延时脱扣电流（I_{tk})

SMCB的短延时脱扣电流值见表 2。

8.6.3　脱扣特性

SMCB的脱扣特性应包括在8.6.1规定的标准时间-电流带内。

注1：温度和安装条件与9.2规定的条件不同时(例如，安装在一个特定的外壳内，在同一个外壳内组装几个SMCB等)可能会影响SMCB的脱扣特性。

注2：周围温度与基准值不同时，但在7.1规定的极限范围内，制造厂应提供关于脱扣特性变化的资料。

8.6.3.1　多极 SMCB 单极负载对脱扣特性的影响

当具有多个保护极的SMCB从冷态开始，仅在一个保护极上通以下列电流的负载时：

——对带两个保护极的二极 SMCB，为 1.1 倍约定脱扣电流；

——对三极和四极 SMCB，为 1.2 倍约定脱扣电流。

SMCB应在8.6.2.1规定的约定时间内脱扣。

通过9.10.3试验来检验其是否符合要求。

8.6.3.2　周围空气温度对脱扣特性的影响

除了基准温度外，周围温度在－5℃～＋40℃范围内变化时，不应对SMCB的脱扣特性产生不符合要求的影响。

通过9.10.4试验来检验其是否符合要求。

8.7　机械和电气寿命

SMCB应能进行1 000次通以额定电流的通断循环并紧接着进行的1 000次的机械通断循环。此外，SMCB还应能根据表16a或表16b进行试验，此时SMCB应有选择性保护性能。

通过9.11试验来检验是否符合要求。

8.8　短路电流下的性能

SMCB应能进行规定的短路操作次数，在短路操作时不应危及操作者，也不应在带电导电部件之间或带电导电部件与地之间产生闪络。

如采用额定电流较小的后接MCB的级联1时，在达到选择性极限I_{s1}之前，SMCB是不允许脱扣的。此时SMCB不允许切断相邻分支回路中的电流（见9.12.13.1）。SMCB的短路选择性试验中I^2t是根据表25来选取的，这对于I^2t满足该表要求的任何MCB都是适用，并且有效的。

如果超过安装点上的SMCB的通断能力，则应给出足够的后备保护（见9.12.14）。

通过9.12试验来检验其是否符合要求。

这就要求SMCB在额定频率，等于额定电压105%（1±5%）的工频恢复电压，以及不低于9.12.5规定的合适的范围的下限的功率因数条件下，能接通和分断相应于额定短路能力及以下的任何电流值。

8.9　耐机械冲击和撞击

SMCB应具有足够的机械性能，以使其能承受安装和使用过程中遭受的机械应力。

通过9.13试验来检验其是否符合要求。

8.10　耐热性

SMCB应有足够的耐热性能。

通过9.14试验来检验其是否符合要求。

8.11　耐异常发热及耐燃性

如果邻近的载流部件在故障或过载情况下达到一个很高的温度时，SMCB中用绝缘材料制成的外部零件应不容易点燃和蔓延火焰：

通过直观检查和 9.15 试验来检验是否符合要求。

8.12　防锈

铁制部件应有足够的防锈保护。

通过9.16试验来检验其是否符合要求。

8.13　空

8.14　空

8.15　控制电路电源波动时的性能

对于带控制回路的SMCB应确保其在$0.75U_n$~$1.1U_n$之间可靠闭合和断开。在上述电压范围之内不允许SMCB误动作。

通过9.11的试验来验证同上述要求的一致性。

若在该类SMCB闭合后发生电源波动，应确保该类SMCB保持在接通状态，所有的保护功能都有效。

通过9.10的试验来验证同上述要求的一致性。

9 试验

9.1 型式试验和试验程序

本标准所要求的型式试验列于表8。

表8 型式试验表

试验	条款
标志的耐久性	9.3
螺钉、载流部件和连接的可靠性	9.4
连接外部铜导线的螺纹型接线端子的可靠性	9.5
电击保护	9.6
介电性能和隔离能力	9.7
温升和功耗	9.8
28 天试验	9.9
脱扣特性	9.10
机械和电气寿命试验与接通过程和分断过程的控制	9.11
短路试验和选择性试验	9.12
机械应力	9.13
耐热	9.14
耐异常发热和耐燃	9.15
防锈	9.16

为验证符合本标准时，型式试验按试验程序进行。

试验程序和提交试验的试品数量在附录C中规定。

除非另有规定，每项型式试验（或型式试验程序）在新的和清洁的SMCB上进行。

注：可用下列方法来验证是否符合本标准：

——由制造厂验证，作为供应商声明（GB/T20000.1-2002 中的 2.15.1.1）；

——由独立的认证机构验证（GB/T20000.1-2002 中的 2.15.1.2）。

根据 GB/T20000.1-2002 的专用名词，术语“认证”只能用于第二种案例。

9.2 试验条件

除非另有规定，SMCB应单独地垂直安装在周围温度为20℃～25℃的大气中，并且应避免外界过度的加热或冷却。

设计成安装在单独外壳中的SMCB应在制造厂规定的最小的外壳中进行试验。

除非另有规定，SMCB连接表9规定的适当的电缆，并且应安装在一块厚度约20mm，涂有无光泽黑漆的层压板上，安装方法应符合制造厂推荐的有关安装方式的任何要求。

在没有专门规定误差时，型式试验应在严酷程度不低于本标准规定的数值下进行。

除非另有规定，试验应在额定频率±5Hz和合适的电压下进行。

试验期间不允许对试品进行维修和拆卸。

对于9.8、9.9、9.10和9.11的试验，SMCB按下列要求接线：

a) 连接导线采用符合 GB 5023 的单芯聚氯乙烯绝缘铜导线制成；

b) 除 9.8.2、9.10.2 和 9.11 的试验外，所有极串联通以单相电流进行试验；

c) 连接导线应处在大气中，并且相互之间距离不小于接线端子之间的距离；

d) 接线端子与接线端子之间的每根临时连接导线的最小长度为：

——截面积小于等于 10mm^2 的导线为 1m；

——截面积大于 10mm^2 的导线为 2m。

e） 除非在相关的试验条件中给出说明，对于功能与电源电压有关的SMCB，其控制回路应施加电源电压。

施加在接线端子螺钉上的拧紧扭矩为表10规定值的三分之二。

表9　与额定电流相应的试验铜导线的截面积（S）

截面积 S mm^2	额定电流值 I_n A
1.5	$6 < I_n \leq 13$
2.5	$13 < I_n \leq 20$
4	$20 < I_n \leq 25$
6	$25 < I_n \leq 32$
10	$32 < I_n \leq 50$
16	$50 < I_n \leq 63$
25	$63 < I_n \leq 80$
35	$80 < I_n \leq 100$
50	$100 < I_n \leq 125$

9.3　标志的耐久性试验

用手拿一块浸透水的棉花擦标志15s，接着再用一块浸透脂族已烷溶剂(芳香剂的容积含量最大为0.1%，贝壳松脂丁醇值为29，初沸点约为65℃，干点约为69℃，比重约为0.68g/cm^3)的棉花擦15s进行试验。

对用压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。

在本试验后，标志应容易识别。

在本标准的所有试验完成后，标志仍应保持容易识别。

标志应不可能轻易地移动，并没有翘曲现象。

9.4　螺钉、载流部件和连接的可靠性试验

通过直观检查，对SMCB安装和接线时使用的螺钉和螺母还要通过下列试验来检验是否符合8.1.4的要求：

拧紧和拧松螺钉及螺母：

——对与绝缘材料螺纹啮合的螺钉，10 次；

——对所有其他情况，5 次。

与绝缘材料螺纹啮合的螺钉或螺母，每次试验时应完全旋出然后再重新旋入。

试验时应采用合适的螺丝刀或扳手施加表10所示的扭矩。

不应用猛拧力拧紧螺钉和螺母。

每次拧松螺钉或螺母时，要移动根据表9选择的导线。

表10　螺钉的螺纹直径和施加的扭矩

螺纹标称直径 mm	扭矩 Nm		
	I	II	III
≤2.8	0.2	0.4	0.4
＞2.8～≤3.0	0.25	0.5	0.5
＞3.0～≤3.2	0.3	0.6	0.6
＞3.2～≤3.6	0.4	0.8	0.8
＞3.6～≤4.1	0.7	1.2	1.2
＞4.1～≤4.7	0.8	1.8	1.8
＞4.7～≤5.3	0.8	2.0	2.0
＞5.3～≤6.0	1.2	2.5	3.0
＞6.0～≤8.0	2.5	3.5	6.0
＞8.0～≤10.0	—	4.0	10.0
第I栏适用于拧紧时螺钉不露出孔外的无头螺钉以及其他不能用刀口比螺钉直径宽的螺丝刀拧紧的螺钉； 第II栏适用于用螺丝刀拧紧的其他螺钉； 第III栏适用于用除了螺丝刀以外的其他工具来拧紧的螺钉或螺母。 如果螺钉有一个可用螺丝刀拧紧的带槽六角头，而且第II栏和第III栏的数值又不一样，试验进行2次。第1次试验对六角头施加第III栏规定的扭矩，然后在另一个试品上用螺丝刀施加第II栏规定的扭矩。如果第II栏和第III栏数值相同，则仅用螺丝刀进行试验。			

在试验过程中，螺钉连接件不应松动，并不应有妨碍SMCB继续使用的损坏，例如，螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏等。

此外，外壳和盖也不应损坏。

试验后连接导线不应松动，也不应损害其电气功能。

9.5　连接外部铜导线的螺纹型接线端子的可靠性试验

用下列方法检验是否符合8.1.5的要求：

——通过直观检查和9.4的试验来检验，在进行9.4的试验时，接线端子连接一根表5规定的最大截面积的硬性铜导线(标称截面积大于6mm^{2}时，采用硬性绞合导线；对其他标称截面，采用实心导线)。

——通过9.5.1、9.5.2和9.5.3试验来检验，进行这些试验时，应采用合适的螺丝刀或扳手施加表10规定的扭矩。

9.5.1　接线端子分别连接表5规定的最小和最大截面积的铜导线。实心导线或绞合导线中采用较为不利的一种。

导线插入到接线端子中至规定的最短距离。如果没有规定距离，则插入至刚好从另一边露出为止，并且处于最容易使导线的线丝松脱的位置。

然后用表10相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧紧固螺钉。

接着对每根导线施加表11规定的拉力，单位为N。施加拉力时不能用冲击力，时间为1min，方向为导线的轴向方向。

表11　拉力

接线端子能容纳的导线截面积 mm^2	拉力 N
≤4	50
≤6	60
≤10	80
≤16	90
≤50	100

在试验过程中，接线端子中导线应没有可觉察的移动。

9.5.2　接线端子分别连接表 5 规定的最小和最大截面积的铜导线。实心导线或绞合导线中采用较为不利的一种。用表 10 相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧接线端子螺钉。然后拧松接线端子螺钉并对导线可能受到接线端子影响的部分进行检查。

导线应没有过度的损坏或被切断的线丝。

在试验过程中，接线端子不应松动，也不能有妨碍其继续使用的损坏，例如，螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏。

9.5.3　接线端子连接具有表 12 所示结构的硬性绞合铜导线。

表12　导线尺寸

被夹紧的标称截面积范围 mm^2	绞合导线	
	根数	线丝直径 mm
1～2.5 *	7	0.67
1～4 *	7	0.85
1.5～6 *	7	1.04
2.5～10	7	1.35
4～16	7	1.70
10～25	7	2.14
16～35	19	1.53
25～50	19	1.83

* 如果接线端子只用来夹紧实心导线(见表5)，则不进行本试验。

在导线插入接线端子之前，对导线的线丝进行适当的整形。

导线插入至接线端子底部或刚好从接线端子另一边露出为止，并处于最容易使导线的线丝松脱的位置。然后用表10相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧紧固螺钉或螺母。

试验后，应没有任何导线的线丝松脱至夹持装置的外面。

9.6　电击保护试验

试品按正常使用安装并且连接表5规定的最小和最大截面积导线，用图9所示的标准试指进行试验。

标准试指应设计成使每个关节部分只能相对于试指轴线在同一个方向转动90°。

试指施加到人手指可能弯曲到的每个位置上，用一个电气接触的指示器来显示其与带电部件接触。

推荐采用一个灯泡作为接触指示，电压不应低于40V。

带有热塑性材料外壳或盖的SMCB进行下列补充试验，试验在35℃±2℃的周围温度下进行，SMCB也处于这个温度下。

用一个与标准试指相同尺寸的无关节的直的试指的顶端对SMCB施加75N的力1min，对绝缘材料变形可能影响SMCB安全的所有部位施加试指，但对敲落孔不进行试验。

在试验过程中，外壳或盖不应变形到带电部件能被无关节试指触及的程度。

对具有不用外壳覆盖的部件的非封闭式SMCB用一块金属面板进行试验，并按正常使用条件安装。

9.7 介电性能和隔离能力试验

9.7.1 耐潮

9.7.1.1 SMCB 的试验准备

如果有进线孔，则全部打开；如果有敲落孔，则打开其中一个。

不用工具就能拆卸的部件拆下并与主要部件一起进行潮湿处理，在潮湿处理过程中，弹簧盖保持打开。

9.7.1.2 试验条件

潮湿处理在空气相对湿度保持在91%～95%之间的潮湿箱中进行。

放置试品处的空气温度保持在20℃～30℃之间的任何合适温度T℃±1℃内。

试品在放入到潮湿箱前，预热到T℃～T℃+4℃的温度之间。

9.7.1.3 试验顺序

试品在潮湿箱中保持48 h。

注 1：在潮湿箱中放置硫酸钠(Na_2SO_4)或硝酸钾(KNO_3)的饱和水溶液，并使其与箱内空气有一个足够大的接触面，就可获得91％～95％之间的相对湿度。

注 2：为了使箱内达到规定的条件，建议确保箱内空气不断循环，并且通常要使用一个绝热的箱子。

9.7.1.4 试验后 SMCB 的状况

在潮湿处理后，试品应无本标准含义内的损坏，并应承受9.7.2和9.7.3的试验。

9.7.2 主电路的绝缘电阻

SMCB按9.7.1的规定进行潮湿试验后，经过30min～60min的时间间隔，施加约500V的直流电压5s后，并在该电压下依次测量下列部位的绝缘电阻：

a） SMCB 处于断开位置，依次对每极的每对接线端子之间（当 SMCB 处于闭合位置时，这些接线端子电气上是连接在一起的）；

b） SMCB 处于闭合位置，依次对每极与连接在一起的其它极之间；

c） SMCB 处于闭合位置，所有连接在一起的极与框架，包括覆盖在绝缘材料内壳(如果有的话)外表面的金属箔之间；

d） 机构的金属部件与框架之间；

注：为进行此验证，可使用特殊准备的试品。

e） 对具有采用绝缘材料内衬的金属外壳的 SMCB，框架与覆盖在绝缘材料衬垫，包括套管和类似装置内表面的金属箔之间。

a)、b)和c)项的测量在所有的辅助电路连接至框架后进行。

术语“框架”包括：

——所有易触及的金属部件和按正常使用安装后易触及的绝缘材料表面覆盖的金属箔；

——安装 SMCB 的基座的表面，必要时覆盖金属箔；

——把基座固定到支架上的螺钉和其他器件；

——安装 SMCB 时必须拆下的盖的固定螺钉以及 8.2 所指的操作件的金属部件。

如果SMCB具有用于保护导线相互连接的接线端子，则该接线端子应连接到框架上。

对于b）项至e）项的测量，金属箔应这样覆盖，使得密封用的化合物（如有的话）也应受到有效的试验。

绝缘电阻应不小于：

——2MΩ，对 a)项和 b)项的测量；

——5MΩ，对其他项的测量。

9.7.3 主电路的介电强度

SMCB通过9.7.2试验后，在9.7.2指定的部件之间施加9.7.5规定的试验电压1min。

试验开始时，施加的电压不大于规定值的一半，然后在5s内将电压升至规定值。

试验过程中，不应发生闪络或击穿。

无电压降的辉光放电可忽略不计。

9.7.4 辅助和控制电路的介电强度

对于这些试验，主电路应连接到框架上，在下列部位施加9.7.5规定的试验电压1min：

a） 通常不与主电路连接的所有辅助电路连接在一起与 SMCB 的框架之间；

b） 如适用的话，辅助电路中可能与其它辅助电路部件隔离的每一个部件与连接在一起的其他部件之间。

控制回路施加的试验电压和试验方式与辅助回路的相同。

9.7.5 试验电压值

试验电压应基本上是正弦波形，频率在45Hz～65Hz之间。

试验电压的电源应能输出至少为0.2A的短路电流。

当输出回路的电流小于100mA时，变压器的过电流脱扣装置不应动作。

试验电压值应如下：

a） 主电路，预期与主电路连接的辅助电路和控制电路：

——2 000V，对 9.7.2 a）项至 d）项；

——2 500V，对 9.7.2 e）项；

b） 制造厂指明的不适合于与主电路连接的辅助电路和控制电路：

——1 000V，当额定绝缘电压 U_i 不超过 60V 时；

——$2U_i$＋1 000V，最小值 1 500V，当额定绝缘电压 U_i 超过 60V 时。

9.7.6 验证冲击耐受电压（跨越电气间隙和跨越固体绝缘）和断开触头之间的泄漏电流

9.7.6.1 验证断开触头之间的冲击耐受电压（适用于隔离）

对安装在金属支架上的SMCB进行试验。

冲击电压由一个冲击电压发生器产生,冲击电压发生器能产生正向和负向冲击电压,前沿时间为1.2μs；至半值时间为50μs，允许误差如下：

——峰值：±5%；

——前沿时间：±30%；

——至半值时间：±20%。

试验装置的冲击阻抗应有500Ω的标称值。

调节冲击电压波形时，把被试SMCB连接到冲击电压发生器上。为此，应采用合适的分压器和电压传感器。

允许冲击电压波形有小的振荡，只要靠近冲击电压峰值处的振荡辐值小于峰值的5%。

冲击电压前沿的前半部的振荡辐值允许达到峰值的10%。

触头在断开位置，对连接在一起的电源接线端子和连接在一起的负载接线端子之间施加符合IEC 60060-1:1989中图6的1.2/50μs的冲击电压。

施加3次正极性冲击和3次负极性的冲击，同一极性相邻冲击之间的时间间隔至少为1s，相反极性冲击之间的时间间隔至少为10s。

试验电压值应按表13根据大气压力和/或试验地点的海拔修正。

试验过程中，不应发生非故意的击穿放电。

表13　与 SMCB 的额定冲击耐受电压和试验地点的海拔有关的验证适用于隔离的断开触头之间的试验电压

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	在相应海拔时的试验电压 $U_{1.2/50}$ a.c.峰值 kV				
	海平面	200m	500m	1 000m	2 000m
6	9.8	9.6	9.3	9	8

9.7.6.2　对 9.7.6.1 中没有试验的部分验证冲击耐受电压

对安装在金属支架上的处于闭合位置的SMCB进行试验。

冲击电压由一个冲击电压发生器产生,冲击电压发生器能产生正向和负向冲击电压,前沿时间为1.2μs；至半值时间为50μs，允许误差如下：

——峰值：±5%；

——前沿时间：±30%；

——至半值时间：±20%。

试验装置的冲击阻抗应有500Ω的标称值。

调节冲击电压波形时，把被试SMCB连接到冲击电压发生器上。为此，应采用合适的分压器和电压传感器。

注 1：对装有浪涌抑制器的SMCB，调节冲击电压波形时，不把SMCB连接到冲击发生器上。

允许冲击电压波形有小的振荡，只要靠近冲击电压峰值处的振荡辐值小于峰值的5%。

冲击电压前沿的前半部的振荡辐值允许达到峰值的10%。

第一组试验冲击电压施加在SMCB中连接在一起的相线极和中性极(或电流回路)之间（适用时)。

第二组试验冲击电压施加在连接到保护导体接线端子(如果有的话)的金属支架与连接在一起的相线极和中性极(或电流回路)之间。

在两种情况下，各施加3次正向冲击电压和3次负向冲击电压，对同一极性相邻冲击之间的时间间隔至少为1s，相反极性冲击之间的时间间隔至少为10s。

试验电压值应按表14根据大气压力和/或试验地点的海拔修正。

试验过程中，不应发生非故意的击穿放电。

注 2：词句“非故意击穿放电”用来表示绝缘在电气应力下失效的现象，包括电压降落以及有电流流动等。

然而，如果仅发生一次这样的击穿，可增加施加6次冲击电压，其极性和接线方式与发生击穿放电时的极性和接线方式相同。

不应再发生击穿放电。

表14　验证 9.7.6.1 中未试部分的冲击耐受电压的试验电压

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	在相应海拔时的试验电压 $U_{1.2/50}$ a.c.峰值 kV				
	海平面	200m	500m	1 000m	2 000m
6	7.4	7.2	7	6.7	6

9.7.6.3　验证断开触头之间的泄漏电流（适用于隔离）

SMCB经过9.12.11.2，或9.12.11.3，或9.12.11.4.2，或9.12.11.4.3或9.12.13 或 9.12.14的试验后，处在断开位置，对其每极施加1.1倍的额定工作电压。

测量流过断开触头之间的泄漏电流不应超过2mA。

9.8 温升试验及功耗测量

9.8.1 周围空气温度

在试验周期的最后四分之一时间内，应至少用2只温度计或热电偶对称地分布在SMCB周围，高度约为SMCB高度的一半，距SMCB约1m的地方测量周围空气温度。

温度计或热电偶应免受对流和辐射热的影响。

9.8.2 试验程序

在任何合适的电压下对SMCB的所有极同时通以等于I_n的电流，通电时间应足以使温升达到稳态值或至约定时间（两者中取较长时间者）。

实际上，当每小时温升变化不超过1K时，即达到了稳态条件。

对于带有3个保护极的四极SMCB，先只对3个保护极通以规定的电流进行试验。

然后，对连接中性线的极和相邻的保护极通以同样的电流进行重复试验。

在试验过程中，温升不应超过表6所示的值。

9.8.3 测量部件的温度

表6提及的各部件的温度应用细线热电偶或等效的工具在最可接近最热点的位置上测量。

热电偶与被测部件的表面之间应保证有良好的热传导性。

9.8.4 部件的温升

部件的温升是该部件按9.8.3测得的温度与按9.8.1测得的周围空气温度之差。

9.8.5 功耗测量

在不低于30V的电源电压下及基本上为电阻性的电路中，对SMCB的每极通以等于I_n的交流电流。

注 1：经制造厂同意，可使用小于30V的试验电压值。

根据在稳态条件下测量的相应接线端子之间的电压降计算出的每极功耗不应超过表15给定值。

注 2：只要本条款的试验条件能够满足，可在温升试验时测量电压降。

表15 每极最大功耗

额定电流 A	各极最大功耗 W
$I_n \leqslant 25$	6.5
$25 < I_n \leqslant 40$	8
$40 < I_n \leqslant 50$	10
$50 < I_n \leqslant 63$	13
$63 < I_n \leqslant 100$	15
$100 < I_n \leqslant 125$	20

9.9 28d 试验

在9.2的试验条件下，对SMCB进行28d试验，每一个试验周期由21 h至少在30V的开路电压下通以额定电流和3 h不通电流组成。

SMCB处于闭合位置，用一个辅助开关接通和断开电流。在本试验过程中，SMCB不应脱扣。

在最后一个流过电流期间，应测量接线端子的温升。

温升不应超过温升试验（见9.8）的测量值15K。

紧接着测量温升后，在5s内将电流稳定地升至约定脱扣电流值。

SMCB应在约定的时间内脱扣。

9.10 脱扣特性试验

本试验是验证SMCB是否符合8.6.1的要求。

带控制回路的SMCB在接通之后，操作之前，应用确保控制电压与SMCB隔离。

如果试验是在试验室内进行，则试验应在静止的空气情况下进行；试验室的体积应做到不会影响试验结果。

9.10.1　时间-电流特性试验

9.10.1.1　从冷态开始（见表 7），对所有极通以约定不脱扣电流 I_{nt} 至约定时间(见 8.6.1 和 8.6.2.1)。SMCB不应脱扣。

然后在5s内把电流稳定地升至约定脱扣电流I_t。

SMCB应在约定时间内脱扣。

9.10.1.2　空

9.10.2　延时脱扣、短延时脱扣和触头正确断开试验

9.10.2.1　一般试验条件

对9.10.2.2和9.10.2.3的各个试验电流的下限值（对于E型SMCB为5I_n，对于C_s型为6.5I_n），在任何合适电压下进行一次试验。

对试验电流的上限值（对于E型SMCB为6.25I_n，对于C_s型为10I_n），在额定电压U_n（相线对中性线）下，在图3的试验线路中进行试验。附加阻抗（见9.12.7.3）应这样确定，使得对应的功率因数为0.95～1。

操作程序为：

O-t-CO-t-CO-t-CO

间隔时间t如9.12.11.1的规定。

测量“O”操作的脱扣时间。

每次操作后，指示装置应显示触头的断开位置。

9.10.2.2　对于 E 型 SMCB

从冷态开始，对所有保护极通以等于5I_n的电流。

断开时间应不小于0.05s，并不超过：

——5s，对于额定电流不超过 32A；

——10s，对于额定电流超过 32A。

然后再从冷态开始，对所有保护极通以等于6.25I_n的电流。

断开时间不应小于0.01s，并不超过0.3s。

9.10.2.3　对于 C_s型 SMCB

从冷态开始，对所有保护极通以等于 6.5I_n的电流。

断开时间应不小于0.05s，并不超过15s。

然后再从冷态开始，对所有保护极通以等于10I_n的电流。

断开时间不应小于0.01s，并不超过0.3s。

9.10.2.4　空

9.10.3　单极负载对多极 SMCB 脱扣特性影响的试验

在8.6.3.1规定的条件下，通过对按9.2接线的SMCB进行试验来验证是否符合要求。

SMCB应在约定时间内脱扣（见8.6.2.1）。

9.10.4　周围温度对脱扣特性的影响试验

通过下列试验来检验其是否符合要求：

a)　SMCB 放置在周围温度为-5° C±2° C 的场合下，直至其达到稳态温度。对 SMCB 所有极通以等于约定不脱扣电流的电流至约定时间，然后在 5s 内把电流稳定地增加至 1.5I_n（E 特性）或 1.75I_n（C_s特性），SMCB 应在约定时间内脱扣。

b)　SMCB 放置在周围温度为+40° C±2° C 的场合下，直至其达到稳态温度。对 SMCB 所有极通以等于 I_n的电流（对于 E 特性）或 1.05I_n的电流（对于 C_s特性），SMCB 在约定的时间内不应脱扣。

9.11　机械和电气寿命试验与接通过程和分断过程的控制

9.11.1　一般试验要求

SMCB应按9.2的规定固定在金属支架上，除非该SMCB是设计成安装在独立的外壳中，在这情况下，SMCB应按相应的要求进行安装。

试验在额定电压下用串联连接在负载端的电阻器和电抗器调节至额定电流的电流进行试验。

如果使用空芯电抗器，每个电抗器应并联连接一个电阻器，流过电阻器的电流约为流过电抗器电流的0.6%。

电流应基本上为正弦波；功率因数应在0.85～0.9之间。

对于单极SMCB和带两个保护极的二极SMCB，在总操作次数的前一半次数，金属支架应接至电源的一侧，而在另一半操作次数中接至电源的另一侧。

对于带一个保护极的二极SMCB，金属支架应接至电源的中性极上。

对于额定电压230/400V的单极SMCB，试验应在230V下进行。

SMCB应用表9规定的适当尺寸的导线接至电路。

9.11.2　试验方法

9.11.2.1　在额定电流时的寿命

SMCB用额定电流进行1 000次通断操作循环，并紧接着进行1 000次无电流通断操作循环。

对于带控制回路的SMCB来说，无电流通断操作循环一半次数在0.75U_n下进行，另一半次数在1.1U_n下进行。通过适当的方式闭合触头。

每次操作循环包括一次接通操作和紧接着的一次分断操作。

对于额定电流小于等于32A的SMCB,操作频率应为每小时240次操作循环。在每一次操作循环中,SMCB应保持在断开位置至少13s。

对于额定电流大于32A的SMCB，操作频率应为每小时120次操作循环。在每一次操作循环中，SMCB应保持在断开位置至少28s。

SMCB应按正常使用条件进行操作。

应注意：

——试验装置不能损坏被试 SMCB；

——被试 SMCB 操作件的自由运动不受到阻碍；

——被试 SMCB 的操作件不会过度地影响试验装置操作件的速度。

如果SMCB是有关人力操作，在驱动过程中，应以(0.1 ±0.025)m/s的操作速度操作SMCB。该速度应在试验装置的操作件接触到被试SMCB操作件末端时并在该位置进行测量。对旋钮式操作件，其角速度应基本上与上述条件相当，即被试SMCB操作件末端处的速度与上述速度相当。

9.11.2.2　接通过程和分断过程的控制

紧接着9.11.2.1所述试验，试品被保持在试验回路中，施加0.75U_n 。紧接着在SMCB接线端子上连接一台示波器，且调节得能测出位于进线端子和出线端子之间的开关上的电压降。

此时使用9.11.2.1中规定的通断速度来接通和分断开关。

接通过程：从主触头最初接触直至闭合（静止状态）允许历时最大值为0.1s。

分断过程：从主触头开始释放直至最终切断电流允许历时最大值为0.1s。

9.11.2.3　级联配合 1 在短路情况下的寿命

用表16a或表16b确定的I^2t值（通过晶闸管的开断来模拟），按9.12.13.1的规定进行试验。按表16a或表16b规定的试验次数来操作SMCB。试验次数在电流正半波和电流负半波各进行一半。在2次连续短路试验之间的间隔时间为2min。在各试验阶段之间至少间歇15min。

表 16a 级联配合 1 在短路情况下的寿命（对于 E 型 SMCB）

试验阶段	试验电流	试验次数	I_n≤63A 时 I^2t 值 A^2s	63A<I_n≤100A 时 I^2t 值 A^2s	允许 SMCB 分断的次数
1	630A	50	3 000	3 000	3
2	1 500A	16	7 000	7 500	1
3[a]	4 500A	4	25 000	35 000	1
3[b]	6 000A	4	35 000	45 000	1

[a] 对于 I_{s1}=4 500A 的 SMCB 进行的试验。

[b] 对于 I_{s1}≥6 000A 的 SMCB 进行的试验。

注：对于 I_n>100A 时的试验电流及 I^2t 值正在考虑中。

表 16b 级联配合 1 在短路情况下的寿命（对于 C_s 型 SMCB）

试验阶段	试验电流	试验次数	I_n≤63A 时 I^2t 值 A^2s	63A<I_n≤100A 时 I^2t 值 A^2s	允许 SMCB 分断的次数
1	1 000A	50	4 500	5 000	3
2	1 500A	16	7 000	7 500	1
3[a]	4 500A	4	25 000	35 000	1
3[b]	6 000A	4	35 000	45 000	1

[a] 对于 I_{s1}=4 500A 的 SMCB 进行的试验。

[b] 对于 I_{s1}≥6 000A 的 SMCB 进行的试验。

注：对于 I_n>100A 时的试验电流及 I^2t 值正在考虑中。

在通断操作循环后，SMCB用其额定电流负载，直至温升达到恒定的发热值。在流过额定电流期间测出接线端子上的温升。

它不允许比温升试验（见9.8）时测得的值高25K以上，最大只允许比表6规定值高15K。紧接着在5s之内将电流连续上升到规定的脱扣电流I_t，SMCB应在规定时间内脱扣。

9.11.3　试验后 SMCB 的状况

在9.11.2试验后，试品不应有下列现象：

——过度磨损；

——动触头位置和指示装置相应位置不一致；

——外壳损坏至能被试指触及带电部件（见 9.6）；

——电气或机械连接松动；

——密封化合物渗漏。

此外，SMCB还应经受9.7.3规定的介电强度试验，试前不经过潮湿处理：

——900V ：9.11.2.1 试验；

——1 500V ：9.11.2.3 试验。

9.12　短路试验和选择性试验

9.12.1　一般要求

验证短路性能的标准试验由适用于被验证性能的接通操作和分断操作顺序组成，这些试验汇总列于表17。

所有的SMCB应按9.12.11.2在500A电流或10I_n电流下进行试验，两者中取较大值；以及按9.12.11.3在1 500A下进行试验。

额定短路能力大于1 500A的SMCB还要增加进行下列试验：

——按 9.12.11.4.2 和 9.12.12.1 在运行短路（分断）能力（见 3.5.5.2）下进行试验；运行短路

能力是额定短路能力乘以一个系数 K 得出，系数 K 见表 19；

——如果系数 K 小于 1，按 9.12.11.4.3 和 9.12.12.2 在额定短路能力（见 5.2.4）下进行试验，此时应使用新的试品进行该试验；

——按 9.12.13 进行短路选择性试验；

——按 9.12.14 进行后备保护的验证试验。

对于带控制回路的SMCB，应对其控制电路施加控制电压，或者在试验前已经处于运行状态。

表 17 短路试验的适用性

试　验　种　类	被试 SMCB	按分条款在短路试验后验证
在低短路电流下试验(9.12.11.2.1)	所有 SMCB	9.12.12.1
验证适用于IT系统的试验(9.12.11.2.2)	所有 SMCB	
在1 500A下试验(9.12.11.3)	所有 SMCB	
运行短路能力试验(9.12.11.4.2)	$I_{cn}>1\ 500$A 的 SMCB	9.12.12.1
额定短路能力试验(9.12.11.4.3)	$I_{cn}>1\ 500$A 的 SMCB	9.12.12.2
短路选择性试验（9.12.13）	$I_{cn}\geq 6\ 000$A 的 SMCB	9.12.12.1
验证后备保护（9.12.14）	所有 SMCB	9.12.12.2

9.12.2　试验量值

所有关于验证额定短路能力的试验应按制造厂根据本标准的有关表格中规定的量值进行。

施加的电压值应能产生规定的工频恢复电压。

工频恢复电压值（见3.5.8.2）应等于被试SMCB额定电压值的105%。

对具有两种额定电压值的单极 SMCB（例如 230/400V），按 9.12.11.4.2 中的 d）项、9.12.11.4.3 中的 b）项和 9.12.11.2.2 进行试验时，其工频恢复电压应是较高值（如 400V）的 105%，对于 9.12 的其它试验，其工频恢复电压应是较低值（如 230V）的 105%。

注：可认为额定电压的105%(1±5%)的电压值包括了正常运行情况下系统电压变化的影响，制造厂同意时，上限值可以增加。

9.12.3　试验量的允许误差

如果试验报告中记录的有效值与规定值之差在下列允许误差范围内，则认为该试验是有效的：

——电流：$^{+5}_{\ 0}$%；

——电压(包括恢复电压)：±5%；

——频率：±5%。

9.12.4　短路性能的试验电路

图3至图6分别给出了有关试验的电路图：

——单极 SMCB 或多极 SMCB 的单极（图 3）；

——带 1 个保护极的二极 SMCB（图 4a）；

——带 2 个保护极的二极 SMCB（图 4b）；

——三极 SMCB（图 5）；

——四极 SMCB（图 6）。

阻抗Z和Z_1的电阻和电抗应可调节以满足规定的试验条件。电抗器应优先采用空芯电抗器，它们应始终与电阻器串联，其电抗值由几个独立的电抗器串联得到。当电抗器时间常数基本上相同时，也允许它们并联连接。

因为包括空芯电抗器的试验电路的瞬态恢复电压（见3.5.8.1）特性不能代表常用的运行状况，每相的空芯电抗器应并联一个电阻器，流过电阻器的电流约为流过电抗器电流的0.6%。

如果采用铁芯电抗器，则这些电抗器的铁芯损耗功率不应超过与空芯电抗器并联的电阻器所吸收的损耗功率。

试验电路中应有一点并且只有一点接地。这点可以是试验电路的短路连接点，或者是电源的中性点或者其他任何合适的点。在任何情况下，接地方式应在试验报告中说明。

在每个验证额定短路能力的试验电路中，阻抗Z接在电源S和被试SMCB之间。

当进行试验时的电流小于额定短路分断能力时，应在SMCB的负载端接入附加阻抗Z_1。

对额定短路能力和运行短路能力试验，SMCB的每极应连接一根长为0.75m的电缆，其截面积为表5中与额定电流相对应的最大截面积。

注：建议被试SMCB的电源端连接0.5m的电缆，负载端连接0.25m电缆。

电阻约为0.5Ω的电阻器R_2与铜丝F串联并按下列方式连接：

——对于图3和图4a，接在金属支架和选择开关P之间：约为SMCB操作次数的一半次数，选择开关处在两个位置中的一个位置，而另一半操作次数处于另一个位置；

——对于图4b、图5和图6的电路，接在金属支架和电源中性线之间。

铜丝F的长度应至少为50mm，并且：

——对安装在金属支架上，在大气中进行试验的SMCB，直径为0.1mm；

——对在制造厂规定的最小的独立外壳里进行试验的SMCB，直径为0.3mm。

电阻器R_1连接到SMCB的电源侧并接在调节预期电流至额定短路能力的阻抗和SMCB之间，每相电阻器R_1流过的电流为10A。

9.12.5 试验电路的功率因数

试验电路每相的功率因数应根据认可的方法来确定，并应在试验报告中说明，附录A给出了两个示例。

多相电路的功率因数为每相功率因数的平均值。

功率因数范围如表18所示。

表 18 试验电路的功率因数范围

试验电流 I_{cc} A	相应的功率因数范围
I_{cc}≤1 500	0.93～0.98
1 500<I_{cc}≤3 000	0.85～0.90
3 000<I_{cc}≤4 500	0.75～0.80
4 500<I_{cc}≤6 000	0.65～0.70
6 000<I_{cc}≤10 000	0.45～0.50
10 000<I_{cc}≤25 000	0.20～0.25

9.12.6 I^2t和峰值电流（I_P）的测量及验证

在9.12.11.4和9.12.13试验过程中应测量I^2t和I_P值。

SMCB在三相电路中试验时，应在每个极测量I^2t值。

测得的最大I^2t和I_P值应记录在试验报告上。

9.12.7 试验电路的校正

9.12.7.1 为了校正试验电路，在图3至图6所示的位置上连接与试验电路相比阻抗可忽略不计的连线线G。

9.12.7.2　为了在表 18 规定的相应的功率因数下获得等于 SMCB 额定短路能力的预期电流，在连线线 G 的电源侧接入阻抗 Z。

9.12.7.3　为了获得低于 SMCB 额定短路能力的试验电流，如图 3 至图 6 所示，在连接线 G 的负载侧接入附加阻抗 Z_1。

9.12.8　示波图说明

9.12.8.1　确定外施电压和工频恢复电压

外施电压和工频恢复电压根据被试SMCB断开操作“O”（见9.12.11.1）相应的示波图来确定和估算。应在所有极电弧熄灭后并且高频现象衰减后的第一个周期间测量电源侧的电压。

9.12.8.2　确定预期短路电流

预期电流的交流分量可看作等于校正电流交流分量有效值（相应于图7中A2值）。

如果适用时，预期短路电流应是各相预期电流的平均值。

9.12.9　被试 SMCB 的试验条件

SMCB应按9.12.9.1在大气中进行试验，除非它们设计成只能用于制造厂规定的外壳中或只能在单独的外壳中使用。在这种情况下，它们应按9.12.9.2进行试验，或经制造厂同意，按9.12.9.1进行试验。

注：单独的外壳是设计成只能安装一个SMCB的外壳。

应尽可能地模拟正常闭合操作条件，用手动方式或试验装置来操作SMCB。

应注意：

——试验装置不能损坏被试 SMCB；

——被试 SMCB 操作件的自由运动不受到阻碍；

——被试 SMCB 的操作件不会过度地影响试验装置操作件的速度。

应制造厂要求，如果SMCB是有关人力操作，在驱动过程中，应以（0.1±0.025）m/s的操作速度操作SMCB。该速度应在试验装置的操作件接触到被试SMCB操作件并在该位置进行测量。对旋钮式操作件，其角速度应基本上与上述条件相当，即被试SMCB操作件末端处的速度与上述速度相当。

9.12.9.1　在大气中试验

被试SMCB按图H.1所示的要求安装。

只有在断开操作(O)时，把附录H所规定的聚乙烯薄膜和绝缘材料档板按图H.1放置。

附录H所规定的栅格应这样放置，使得大部分发射出来的游离气体通过栅格，栅格应放置在最不利的位置。

注：如游离气体排气孔的位置不明显，或者没有排气孔，应由制造厂提供适当的说明资料。

栅格电路(见图H.3)应连接到图3至图6的试验电路图中所示的B和C点，但是对于额定电压为230/400V的单极SMCB的试验，栅格电路应连接在相与相之间，即边接至图3所示试验电路的B和C′点。

电阻器R’电阻值为1.5Ω。铜丝F’(见图H.3)长度应为50mm，对额定电压为230V的SMCB，铜丝直径为0.12mm，对额定电压为400V或230/400V的SMCB，直径为0.16mm。

试验电流小于等于1 500A时，距离“a”应为35mm。

对较高的直至I_{cn}的短路电流，距离“a”可以增加。此时 “a”，应从（40-45-50-55……）mm系列中选取并由制造厂规定。

对于试验电流大于1 500A的试验，为使距离“a” 较小而增加的任何挡板或绝缘装置也应由制造厂规定。

9.12.9.2　在外壳中试验

试验时应把SMCB放置在结构最不利的外壳中，在最不利的条件下进行。不用图H.1所示的栅格和绝缘材料挡板。

注：这表示如果在放置栅格的方向通常安装其他SMCB(或其他电器)，则这些SMCB (或其他电器)应安装在那里，并按正常使用供电，但是经过9.12.9.1规定的F’和R’并按图3、图4a、图4b、图5或图6中合适的试验电路连接。

根据制造厂的说明，可能需要用挡板或其它装置，或足够的电气间隙来防止电离气体影响装置。

只有在O操作时，把附录H所述的聚乙烯薄膜按图H.1所示放置在距离操作件10mm的地方。

9.12.10　短路试验时 SMCB 的状况

在9.12.11.2或9.12.11.3或9.12.11.4的操作过程中，SMCB不应对操作者产生危害，并且不把SMCB从试验装置上拆下并经过9.12.11.1规定的时间t后，应允许重新闭合SMCB。

不采用附加的放大手段，用正常的或校正的视力进行观察，聚乙烯薄膜应无可见的洞。

此外，应没有持续燃弧，极与极之间或极与框架之间不应闪络，熔丝F和熔丝F'(适用时)不应熔断。

9.12.11　试验程序

9.12.11.1　概述

试验程序由一个操作顺序组成。

确定操作顺序时，采用了下列的符号：

——O：表示一次断开操作；

——CO：表示一次闭合操作以及紧接着一次自动断开；

——t：表示两次连续的短路操作之间的时间间隔，这时间间隔应是3min或为允许SMCB重新闭合，热过电流脱扣器可能需要的更长的时间。这更长的时间应由制造厂指定。

t 的实际值应在试验报告中说明。如果在经过制造厂指定的时间后试品还不允许重新闭合，则认为试验失败。

电弧熄灭后，恢复电压保持时间应不小于0.1s。

9.12.11.2　在低短路电流下试验

9.12.11.2.1　对所有 SMCB 的试验

调节附加阻抗Z_1(见9.12.7.3)以便在0.93~0.98之间的功率因数得到500A或10I_n的电流，两者中取较大的值。

SMCB的每个保护极分别在图3所示接线方式的电路中进行试验。

SMCB自动断开9次，用辅助开关A闭合试验电路6次，3次由SMCB本身闭合。

操作顺序应是：

O-t-O-t-O-t-O-t-O-t-O-t-CO-t-CO-t-CO

试验时，辅助开关A与电压波形同步，以便使断开操作的6个起始点均匀地分布在半个波形上，允许误差±5°。

9.12.11.2.2　对额定电压为 230V 或 230/400V 的 SMCB，验证是否适合于在 IT 系统中使用的短路试验

调节附加阻抗Z_1(见9.12.7.3)以便在0.93~0.98之间的功率因数及较大额定电压的105%的电压下，得到500A或表2规定的短延时脱扣标准范围上限值的1.2倍的电流，两者中取较大的值。

单极SMCB和多极SMCB的每个保护极分别在图3所示接线方式的电路中进行试验，其中连接线N应用相线连接线代替。

操作顺序应是：

O-t-CO

对第一个保护极的“O”操作，辅助开关A与电压波形同步，以便在该操作波形的0°处闭合电路。

对接下来其他被试保护极的“O”操作（见C.2），每次接通电路的点相对于前次试验波形上的点移相30°，允许误差±5°。

9.12.11.3　在 1 500A 电流下试验

对额定短路能力为1 500A的SMCB按9.12.7.1和9.12.7.2调节试验电路，以便在表18相应于该电流的功率因数下得到1 500A的电流。

对额定短路能力大于1 500A的SMCB，按9.12.7.1和9.12.7.3在表18相应于1 500A的功率因数下调节试验电路。

单极SMCB在图3所示的电路中进行试验。

带一个保护极的二极SMCB在图4a所示的电路中进行试验。

带两个保护极的二极SMCB在图4b所示的电路中进行试验。

三极SMCB和带3个保护极的四极SMCB分别在图5和图6所示的电路中进行试验。

对三极SMCB，在电源的中性线和SMCB负载侧的公共点(如果有的话)之间没有连接。

对带3个保护极的四极SMCB，电源的中性线通过无保护极或可开闭的中性极连接到SMCB负载侧的公共点上。

如果制造厂没有标志四极SMCB的中性极，则要用3个新的试品重复进行试验，依次把每个极作为中性极。

对单极和二极SMCB的试验，辅助开关A与电压波形同步以便使6个起始点均匀地分布在半个波形上，允许误差±5°。

除了额定电压为230/400V的单极SMCB以外，操作顺序应按9.12.11.2的规定。额定电压为230/400V的单极SMCB在6次“0”操作后只进行2次“CO”操作。然后，这些SMCB在适用于三极SMCB的试验电路（图5）的每相中接入一个SMCB同时进行一次“0”操作，辅助开关接通短路不需要同步。

对三极和四极SMCB，在电压波形上任何点进行试验均可。

9.12.11.4 大于 1 500A 的试验

9.12.11.4.1 运行短路能力与额定短路能力之间的比值 K

运行短路能力与额定短路能力之间的比值K应按表19的规定。

表 19 运行短路能力（I_{cs}）与额定短路能力（I_{cn}）之间的比值系数 K

I_{cn}	K
I_{cn}≤6 000A	1
6 000A＜I_{cn}≤10 000A	0.75 [a]
I_{cn}＞10 000A	0.5 [b]
[a] I_{cs}的最小值：6 000A	
[b] I_{cs}的最小值：7 500A	

9.12.11.4.2 运行短路能力（I_{cs}）试验

a）试验电路按 9.12.7.1 和 9.12.7.3 调整，功率因数符合表 18。

3台试品在9.12.11.3规定的相关的试验电路中进行试验。

当被试SMCB的电源接线端和负载接线端没有标志时，2个试品按一个方向接线而第3个试品按另一个方向接线。

b）对于单极和二极 SMCB，操作顺序如下：

0-t-0-t-CO

“0”操作时，辅助开关A与电压波形同步，使第1个试品的“0”操作在电压波形的 0°处闭合电路。

然后，接通点移位45°进行第1台试品的第2次“0”操作；对第2台试品，2次“0”操作应与15°和60°同步而第3台试品与30°和75°同步。

同步允许误差为±5°。

对于二极SMCB，应用相同的极作为同步信号的基准。

试验程序如表20所示。

表 20 单极和二极 SMCB I_{cs} 的试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	0(0°)	0(15°)	0(30°)
2	0(45°)	0(60°)	0(75°)
3	CO	CO	CO

c）对于三极和四极 SMCB，操作顺序如下：

0-t-CO-t-CO

“O”操作时，辅助开关A与电压波形同步，使第1个试品的“O”操作在电压波形的任何一点(X°)处闭合电路。

然后，这点移位60°进行第2个试品的“O”操作。再移位60°进行第3个试品的“O”操作。

同步允许误差应为±5°。对不同的试品，采用相同的极作为同步信号的基准。

试验程序如表21所示。

表 21 三极和四极 SMCB I_{cs}的试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O(X°)	O(X°+60°)	O(X°+120°)
2	CO	CO	CO
3	CO	CO	CO

d）对于额定电压为 230/400V 的单极 SMCB，要增加一组(3 台)试品在图 5 所示的电路里进行试验。

在该试验电路的每一相中接入一个试品，辅助开关A接通短路时不需要同步。

在电源的中性线与SMCB负载端的公共点之间不应有连接。

试验程序如表22所示。

注：在本试验期过程中，不需要测量I^2t的值。

表 22 额定电压 230/400V 的单极 SMCB 三相试验时 I_{cs}试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O	O	O
2	—	CO	O
3	O	—	CO
4	CO	O	—

9.12.11.4.3 额定短路能力试验（I_{cn}）

a）试验电路按 9.12.7.1 和 9.12.7.2 调整。

3台试品在9.12.11.3规定的相关试验电路中进行试验。

当被试SMCB的电源接线端和负载接线端没有标志时，2个试品按一个方向接线而第3个试品按相反方向接线。

操作顺序如下：

O-t-CO

“O”操作时，辅助开关A与电压波形同步，使第1个试品的“O”操作在电压波形的15°处闭合电路。

然后，这点移位30°进行第2个试品的“O”操作，再移位30°进行第3个试品的“O”操作。

同步允许误差应为±5°。

对多极SMCB，采用相同的极作为同步信号的基准。

试验程序如表23所示。

表 23 I_{cn}试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O(15°)	O(45°)	O(75°)
2	CO	CO	CO

b）对于额定电压为 230/400V 的单极 SMCB，要增加一组(4 台)试品在图 5 所示的电路里进行试验。

其中3台试品分别接在试验电路的每一相中，辅助开关A接通短路时不需要同步。

电源的中性线与SMCB负载端的公共点之间不应有连接。

试验程序如表24所示。

在对表24中序号1的试品进行了第2次“O”操作后，应用第4台试品取代该试品。

注：在本试验期过程中，不需要测量I^2t的值。

表 24 额定电压 230/400V 的单极 SMCB 三相试验时 I_{cn} 的试验程序

操作	试品序号			
	1	2	3	4
1	0	0	0	—
2	0	CO	—	—
3	—	—	CO	0

9.12.12　短路试验后验证 SMCB

9.12.12.1　在低短路电流，1 500A 和运行短路能力试验后验证

在9.12.11.2、9.12.11.3、9.12.11.4.2和9.12.13试验后，SMCB不应有妨碍其继续使用的损坏，不经维修，应能承受下列试验：

a) 按 9.7.6.3 断开触头之间的泄漏电流；

b) 在短路试验后 2h～24h 之间进行 9.7.3 的介电强度试验，但其试验电压比 9.7.5 的规定值低 500V，试前不进行潮湿处理；

在上述试验过程中，在按9.7.2中项a)规定的条件进行试验后，应验证指示装置指示在断开位置，而在按9.7.2中项b)规定的条件进行试验时，指示装置应指示在闭合位置。

c) 此外，在 9.12.11.3、9.12.11.4.2 和 9.12.13 试验后，当 SMCB 的所有极从冷态开始通以等于额定电流的电流至约定的时间，SMCB 不应脱扣。

在本验证结束时，电流在5s内稳定地增加到1.1倍的约定脱扣电流I_t。

SMCB应在约定的时间内脱扣。

9.12.12.2　在额定短路能力试验后验证

在9.12.11.4.3和9.12.14的试验后，不采用附加的放大手段，用正常的或校正的视力进行观察，聚乙烯薄膜应无可见的洞。SMCB不应有妨碍其继续使用的损坏，并且不经维修，应能承受下列试验：

a) 按 9.7.6.3 断开触头之间的泄漏电流；

b) 在短路试验后 2h～24h 之间进行 9.7.3 的介电强度试验，试验电压为 900V，试前不进行潮湿处理；

在上述试验过程中，在按9.7.2中项a)规定的条件进行试验后，应验证指示装置指示在断开位置，而在按9.7.2中项b)规定的条件进行试验时，指示装置应指示在闭合位置。

c) 此外，当 SMCB 的所有极通以等于 I_{tv} 的电流时，SMCB 应在表 7 相应于试验 c 的时间内脱扣。

表24中序号1的试品不进行本条款的验证，但仍应符合9.12.10的要求。

9.12.13　短路选择性试验

9.12.13.1　级联配合 1 的短路选择性

根据生产制造厂商规定的选择性短路电流I_{s1}=4 500A或6 000A或10 000A，按9.12.7.1和9.12.7.3的规定来整定试验回路。

对于采用后接的MCB的试验来说，通过晶闸管来模拟特性数据。在最大选择性短路电流时，将晶闸管的接通相角调节得能在短接的SMCB上达到根据表25规定的I^2t值。随即，就在已整定好的接通相角上使短路电流流过SMCB。

表 25 短路选择性试验值

短路电流 A	I^2t max A^2s
4 500	39 000
6 000	55 000
10 000	110 000

为了验证不允许切断相邻分支回路中流过的电流，在试验期间应录下SMCB上的电压曲线示波图。

用新的单极试品在上述已求得的晶闸管接通相角上进行试验。

通断程序：O-t-O（t=6分钟）

在试验期间SMCB不允许断开，SMCB上的电压在通过晶闸管通电结束后不允许出现明显与0V（=0伏）不相一致的值。按9.12.8的规定对示波图进行测定分析。

如果生产制造厂商规定采用其他过电流保护装置，则应用过电流保护装置直接进行试验。

此外，SMCB应通过9.12.12.1所述试验。

9.12.13.2　级联配合 2 的短路选择性

正在考虑中。

9.12.14　用前接熔断器进行后备保护的验证试验

注：如果在最大短路电流时，最大的前接熔断器的分断I^2t值是小于SMCB额定通断能力时SMCB的I^2t值，则可放弃这项试验。

SMCB与前接熔断器的组合应在最大预期短路电流，最大预期短路电流与SMCB额定短路分断能力之间的算术平均电流值下进行试验。

生产制造厂商应列出下述各项值：

——最大允许的熔断器的型号、额定电流和特性；

——最大的预期短路电流。

用新的单极SMCB按9.12.11.4.3a）的规定进行试验。熔断器是直接位于SMCB之前的电源侧上。

每项试验应采用一个新的熔断器进行试验，即使在之前的试验中熔断器未熔断。

用最小、最大、平均的额定电流规格的试品进行试验。SMCB应满足9.12.10规定的要求，并在试验后不出现影响其继续使用的损坏。

它应通过9.12.12.2规定的试验。

注：如果对于SMCB来说，规定可使用比最大允许的熔断器更大的熔断器，则在用户和制造厂商之间应商定使用条件。

9.13　机械应力

9.13.1　机械冲击

9.13.1.1　试验装置

用图8所示的装置对SMCB进行机械冲击试验。

把一块木质基座A固定在混凝土基座上，用铰链把一个木平台B连接在基座A上。这平台上放一块木板C，木板C能固定在两个垂直位置并离绞链不同距离的地方。

平台B的端部有一个金属止动板D，它靠在一个弹性常数c为25N/mm的螺旋形弹簧上。

把SMCB固定在垂直板上，使试品的水平轴线至平台B的距离为180mm，垂直板按图所示，依次固定在使安装平面至铰链的距离为200mm的地方。

在木板C上安装SMCB平面的反面，固定一个附加的配重，使得作用在金属止动板上的静力为25N，以保证整个系统的惯量基本上不变。

9.13.1.2　试验程序

SMCB处在闭合位置，但不接任何电源，把工作平台的自由端升高，然后从40mm的高度落下50次，相邻二次落下的时间间隔应能使试品静止。

然后，把SMCB固定到垂直板C的反面，平台再按上述要求落下50次。

在这试验后，把垂直板绕着其垂直轴线转过90°，如有必要，可将其重新定位，使SMCB的垂直对称轴线离铰链200mm。

然后如前所述，把SMCB固定在垂直板的一面，将平台落下50次，接着把SMCB固定在另一面再将平台落下50次。

在每次变换位置前，用手动操作断开和闭合SMCB。

在试验过程中SMCB不应断开。

9.13.2　耐机械应力和撞击

对所有型式的SMCB，按正常使用安装，在正常使用中可能遭受到机械撞击的外露部件用9.13.2.1的试验来校核是否符合要求。

对预期安装在安装轨上的SMCB进行9.13.2.3的试验。

对预期只是完全封闭起来使用的SMCB不进行本试验。

9.13.2.1　用图 10 至图 14 所示的撞击试验装置对试品进行撞击试验。

撞击元件的头部有一个半径为10mm的半球形面，由洛氏硬度为HR100的聚酰胺制成。

撞击元件的质量为(150±1)g并被刚性地固定在一根外径为9mm，壁厚为0.5mm的钢管下端，钢管的上端用枢轴固定，使其只能在一个垂直平面内摆动。

枢轴的轴线在撞击元件轴线上方(1 000±1)mm处。

确定撞击元件头部聚酰胺的洛氏硬度时，采用下列条件：

——球的直径：(12.7±0.002 5)mm；

——起始载荷：(100±2)N；

——过负荷：(500±2.5)N。

注 1：关于确定塑料洛氏硬度的补充说明见GB/T9342-1988。

试验装置应这样设计，使得要保持钢管在水平位置，应在撞击元件的前面施加一个1.9N～2.0N的力。

平面安装式的SMCB安装在一块175mm×175mm，厚为8mm的层压板上，层压板的上下两边固定在如图12所示的作为安装支架一部分的刚性托架上。

安装支架的质量应为(10±1)kg，并应用枢轴安装在一个刚性框架上，

框架固定在实心墙上。

嵌入式SMCB安装一个如图13所示的试验装置上，该装置固定在图12所示的安装支架上。

配电板安装式SMCB安装在一个图14所示的试验装置上，该装置固定在图12所示的安装支架上。

螺钉固定的SMCB用螺钉固定。

轨道安装式SMCB安装在其相应的轨道上。

对可用螺钉固定又可轨道安装的SMCB，试验时应用螺钉固定。

试验装置的设计是这样的：

——试品能在水平方向移动，并能绕着一根垂直于层压板表面的轴线转动；

——层压板能绕一根垂直轴线转动。

SMCB连同它的盖(如果有的话)按正常使用安装在层压板上或合适的试验装置上，使撞击点位于通过摆的枢轴轴线的垂直平面上。

把不是敲落孔的电缆进线孔打开，如果它们是敲落孔，则打开其中二只。

在施加撞击前，用表10规定值三分之二的扭矩把基座、盖子和类似部件的固定螺钉拧紧。

撞击元件从10cm的高度落到按正常使用安装时SMCB外露的表面上。

撞击元件下落的高度是摆释放时测量点的位置与撞击瞬间该点位置之间的垂直距离。

测量点是撞击元件表面的一点，该点是通过摆的钢管的轴线与撞击元件轴线的交点并垂直于该两轴线构成的平面的直线与撞击元件表面的交点。

注 2：从理论上讲，撞击元件的重心应为测量点。但由于确定重心较困难，所以校测量点按上述规定选择。

每个SMCB承受10次撞击，其中两次施加在操作件上，其余几次应均匀地分布在试品易遭受撞击的部件上。

对敲落孔的部位或任何透明材料覆盖的孔不进行撞击。

通常，把试品绕一根垂直轴线尽可能地转过一个角度，但不超过60°，在试品的每个侧面施加一次撞击，而另外两次撞击施加在试品的侧面撞击点和操作件撞击点之间近似中间的位置。

然后，把试品绕着垂直于层压板的轴线转过90°以后，用同样的方法对其施加余下的撞击。

如果试品有电缆进线孔或敲落孔，试品的安装应使得撞击点的两根连线尽可能与这些孔等距。

对操作件应施加两次撞击：一次操作件处于闭合位置而另一次操作件处于断开位置。

试验后，试品应无本部分含义内的损坏，尤其是碎裂后易触及带电部件或妨碍SMCB继续使用的盖、操作件、绝缘材料衬垫或隔板以及类似的部件不应有这样的损坏。

如果有疑问时，可验证在不损坏外壳和盖这些外部零件或它们的衬垫的情况下，可以拆卸和更换这些部件。

注 3：外观损坏，不导致爬电距离或电气间隙减少到小于8.1.3规定值的小的压痕以及不会对电击保护产生有害影响的小的碎片可忽略不计。

9.13.2.2　空

9.13.2.3　用于安装在安装轨上的 SMCB 按正常使用安装在一根刚性地固定在垂直刚性墙的安装轨上，但是不接电缆也没有任何盖或盖板。

在SMCB的正面施加一个垂直向下的50N的力1min，施加时不用冲击力，紧接着再施加一个垂直向上的50N的力1min(图15)。

在试验过程中，SMCB不应松动，而且试验后，SMCB不应有妨碍其继续使用的损坏。

9.13.2.4　空

9.14　耐热试验

9.14.1　把试品的可拆卸的盖子(如果有的话)拿掉，放在温度为（100±2）℃的加热箱中保持 1h；可拆卸的盖子(如果有的话)放在温度为（70±2）℃的加热箱中保持 1h。

在试验过程中，试品不应有任何妨碍其继续使用的变化，密封化合物(如果有的话)不应流到使带电部件外露的程度。

试验后以及试品冷却到接近室温后，试品按正常使用安装，在正常情况下不能触及的带电部件应不能触及，即使用一个不超过5N的力施加标准试指也是如此。

在试验后，标志仍应清晰可见。

只要在本标准的含义内安全性不受影响，密封化合物的变色，起泡或轻微的位移可忽略不计。

9.14.2　除了把外壳内的保护导线的接线端子保持在位置上所必需的绝缘材料部件(适用时)应按9.14.3 规定试验外，SMCB 中把载流部件和保护电路部件保持在其位置上所必需的，由绝缘材料制成的外部部件用图 16 所示的装置进行球压试验。

被试部件放置在一个钢制支架上，使其合适的面处于水平位置，用一个20N的力把一个直径为5 mm的钢球压在此表面上。

试验在一个温度为(125±2)℃的加热箱中进行。

1h后，把球从试品上移开，然后把试品浸入冷水中使其在10s内冷却至接近室温。

测量由钢球产生的压痕的直径，测量值不应超过2 mm。

9.14.3　SMCB 中不是把载流部件和保护电路部件保持在位置上必需的由绝缘材料制成的外部部件，即使与上述部件相接触，也按 9.14.2 进行球压试验，但试验在(70±2)℃或在(40±2)℃的温度加上在 9.8试验中对有关部件测定的最高温升下进行试验，两者中取较高的温度。

注 1：就9.14.2和9.14.3的试验而言，平面安装式SMCB的基座看作外部部件。

注 2：对陶瓷材料部件不进行9.14.2和9.14.3的试验。

注 3：如果9.14.2和9.14.3所述的两个或几个绝缘材料部件是用同一种绝缘材料制成，则仅对一个这样的部件按9.14.2或9.14.3进行试验（适用时）。

9.15　耐异常发热和耐燃（灼热丝试验）

在下列条件下，按GB/T 5169.10-1997中的第4章至第10章进行灼热丝试验：

——对 SMCB 中把载流部件和保护电路部件保持在其位置上必需的，用绝缘材料制成的外部部件，在(960±15)℃的温度下进行试验；

——对所有其它由绝缘材料制成的外部部件，在(650±10)℃的温度下进行试验。

注 1：进行灼热丝试验是为了确保电加热的试验丝在规定条件下不会引起绝缘部件着火，或确保在规定的条件下可能被加热试验丝引燃的绝缘材料部件在一个有限的时间内燃烧，而不会由于火焰或燃烧的部件或从试验部件

上落下的微粒蔓延火灾。

注 2：就本试验而言，把平面安装式SMCB的基座看作为外部部件。

注 3：对陶瓷材料部件不进行本试验。

注 4：如果几个绝缘部件由同一种材料制成，则仅对一个这样的部件按相应的炽热丝试验温度进行试验。

本试验在一台试品上进行。

在有疑问时，再用另外2个试品重复进行试验。

试验时，施加灼热丝一次。

试验时，试品应放置在其预期使用的最不利位置(被试表面处于垂直位置)。

考虑到加热元件或灼热元件可能与试品接触的预期使用条件，灼热丝顶端应施加到试品的规定表面上。

如果符合下列要求，可看作试品通过灼热丝试验：

——没有可见的火焰，也没有持续的辉光；

——在灼热丝移开后，试品上的火焰和辉光在 30s 内自行熄灭。

此外，不应点燃薄纸或烧焦松木板。

9.16 防锈试验

把被试零件浸入冷的化学去油剂，例如甲基氯仿或精炼汽油中浸10 min，除去全部油脂。然后再把这些零件放入温度为(20±5)℃，10% 的氯化铵水溶液中浸10min。

不经烘干，但甩干所有的水滴后，把这些零件放进温度为(20±5) ℃含有饱和水汽的空气的箱子中10min。

把零件放在温度为(100±5)℃的烘箱中干燥10min后，其表面不应有锈蚀的迹象。

注 1：锐利边缘上的锈迹以及任何可擦掉的黄色锈膜可忽略不计。

对于小弹簧和类似零件以及不易触及的易受到磨损的零件，涂一层油脂可提供足够的防锈保护。只有在对油膜的有效性怀疑时，才对这些零件进行此项试验，在这情况下试验时，试前不去除油脂。

注 2：在使用试验规定的溶液时，应采取适当的措施以防止吸入蒸汽。

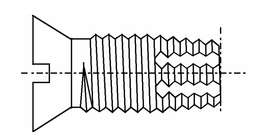
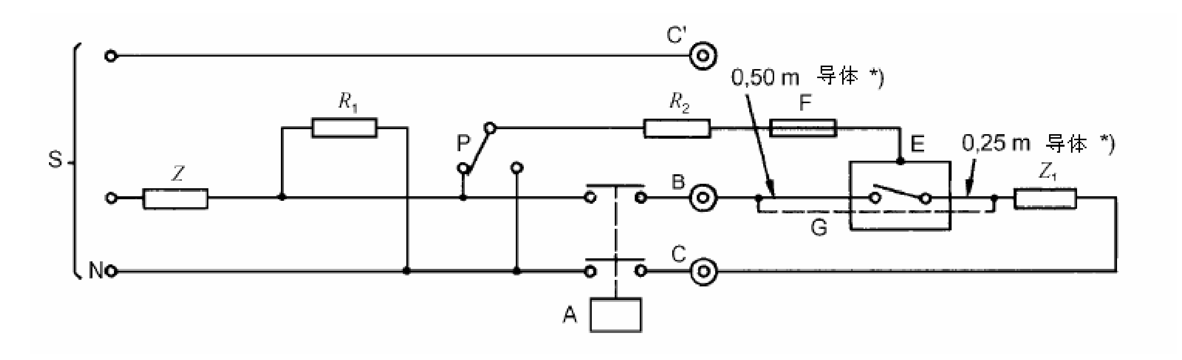


图1　螺纹挤压成形自攻螺钉(3.3.22)

图2　螺纹切削自攻螺钉（3.3.23）



注：图3至图6的说明见图6。

图3　单极 SMCB 或多极 SMCB 的单极

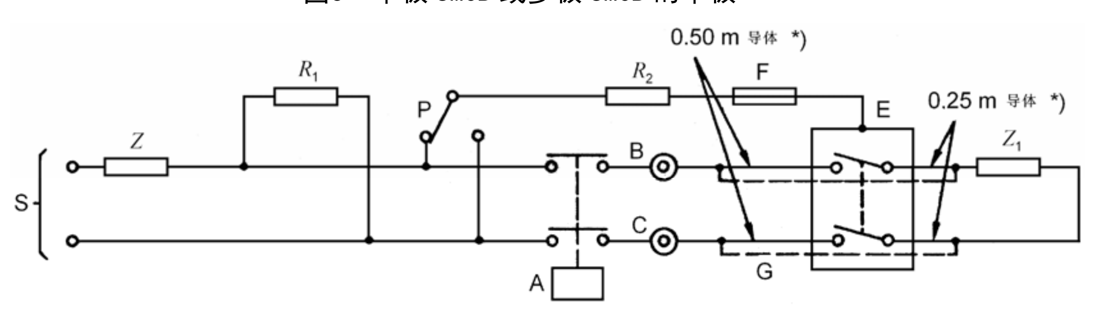


图 4a 带一个保护极的二极 SMCB

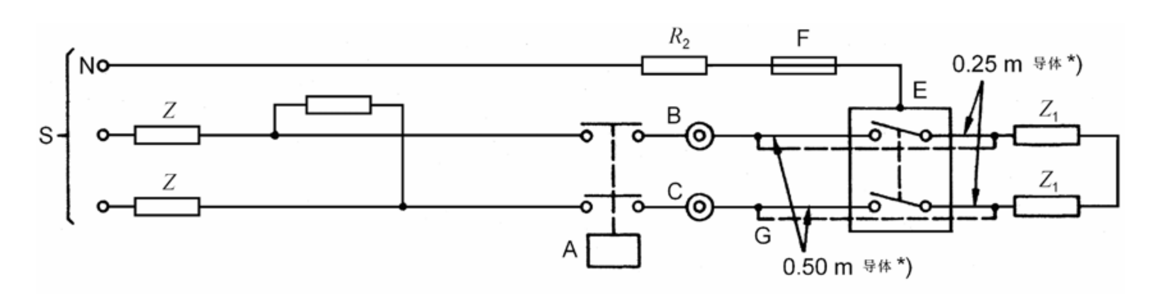


图 4b 带两个保护极的二极 SMCB

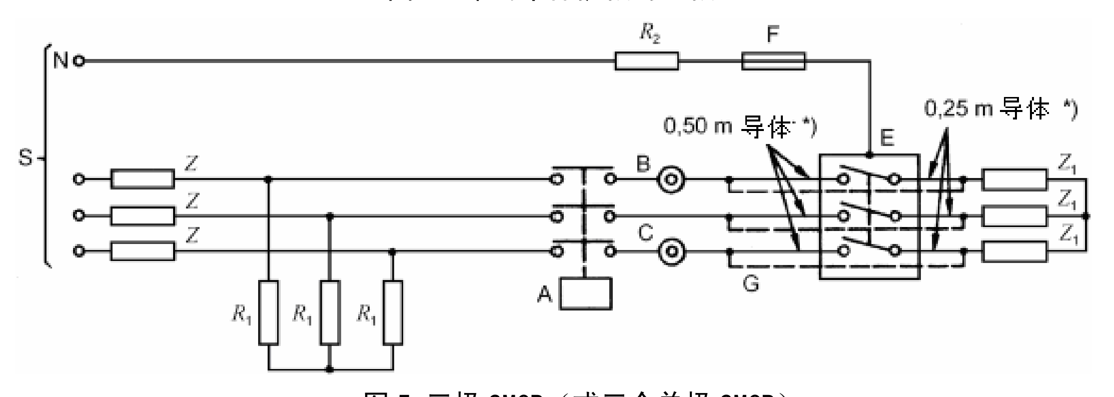


图 5 三极 SMCB（或三个单极 SMCB）

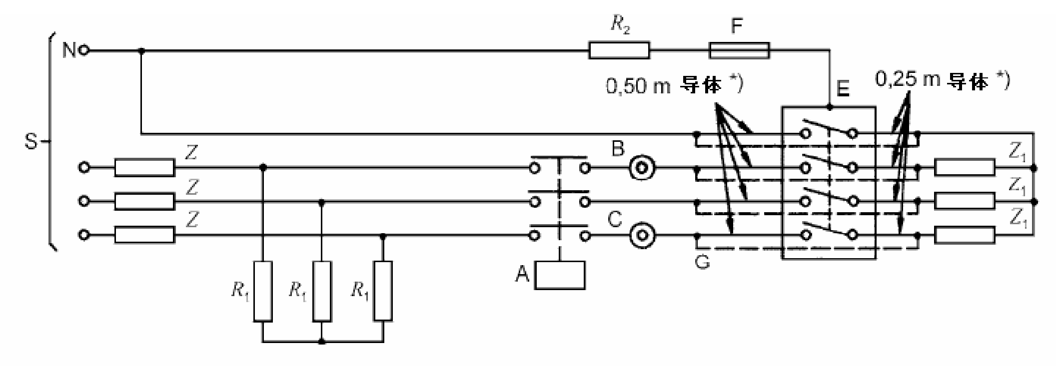


图 6 四极 SMCB

S——电源；

N——中性线；

Z——调节电流至额定短路能力的阻抗；

Z_1——调节试验电流至低于额定短路能力的阻抗；

R_1——电阻器；

E——外壳或支架；

A——与电压波形同步的辅助开关；

注：在图 3 和图 4a 中，A 也可能是单极开关；

G——调节电路的阻抗可忽略的连接；

R_2——0.5Ω电阻器；

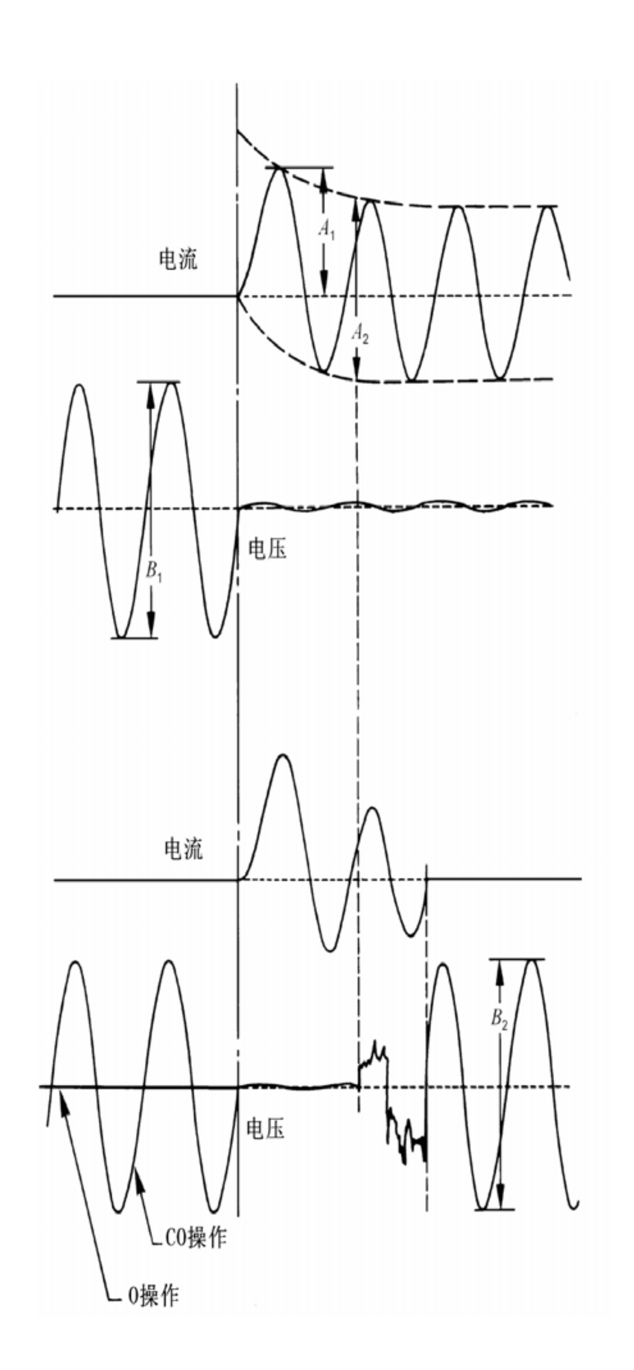
F——铜丝；

P——选择开关；

B、C 和 C′：附录 H 所示的栅格连接点（见 9.12.9.1）。

*) 根据表 5（见 9.12.4）。

图3至图6短路试验电路的说明



a） 电路校正

A_l——预期峰值接通电流；

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$——预期对称分断电流（有效值）；

$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$——外施电压（有效值）（见3.5.7）；

b）O或CO操作

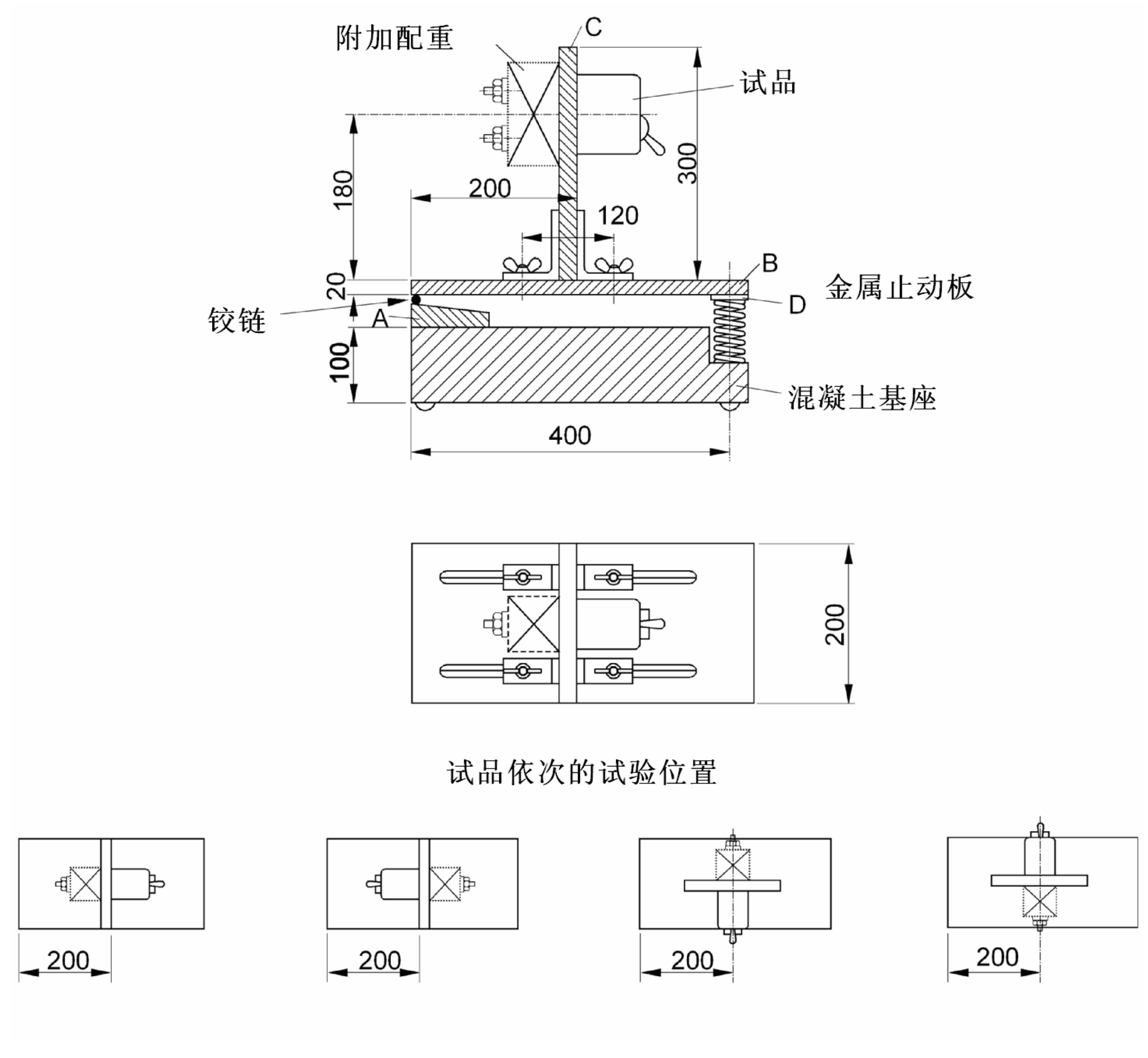
$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$——分断能力（有效值）；

A_l——接通能力（峰值）；

$\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$——恢复电压（有效值）。

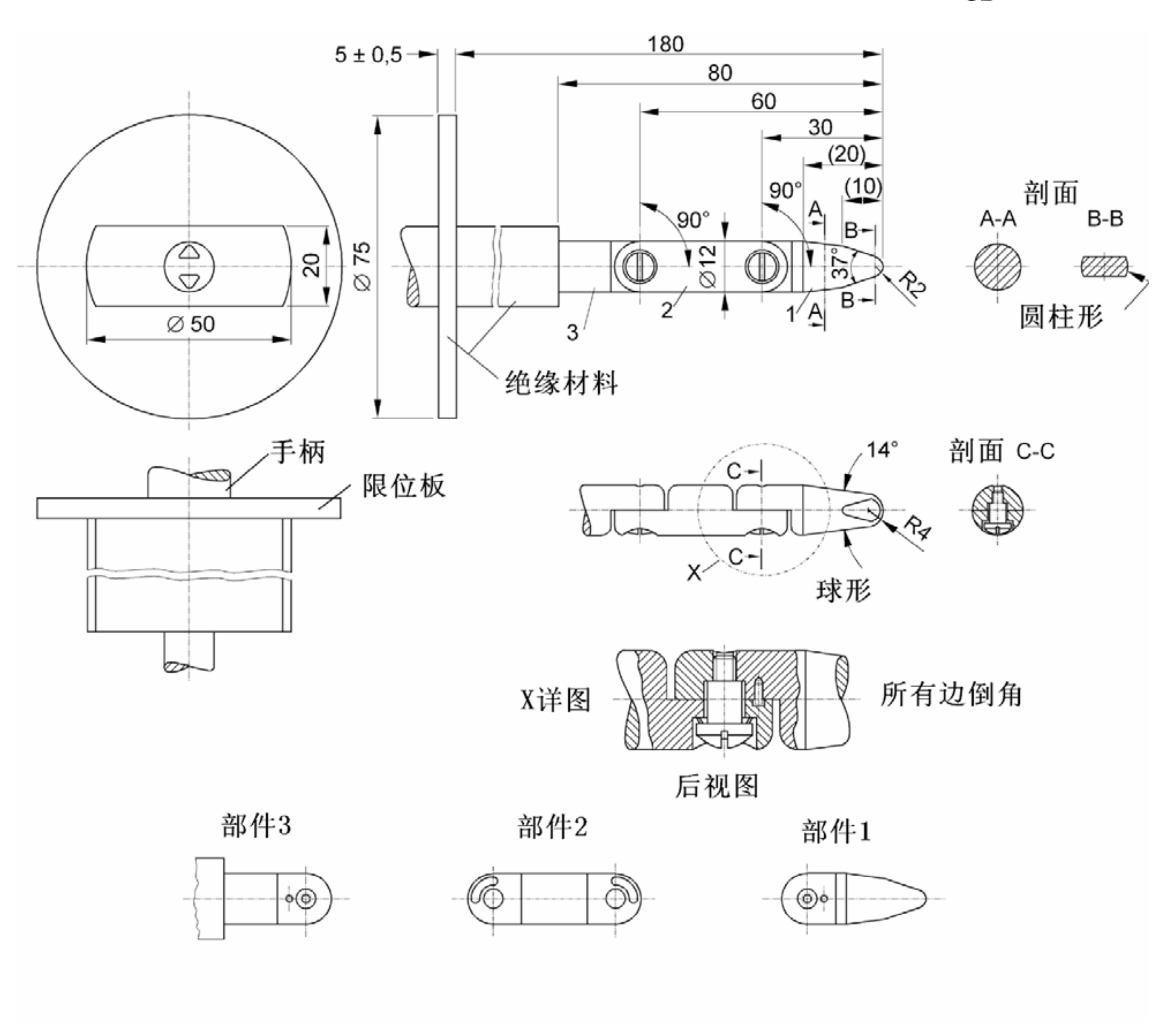
注：在出现试验电流后，电压波形的幅度随着闭合装置的相对位置、可调电抗、电压传感器和试验电路图有所变化。

图7 试验回路的校正



尺寸以 mm 表示

图 8 机械冲击试验装置（9.13.1）



尺寸以 mm 表示

没有规定公差尺寸的公差

角度：$^{0}_{-10'}$

线尺寸：

小于等于 25mm：$^{0}_{-0.05}$ mm

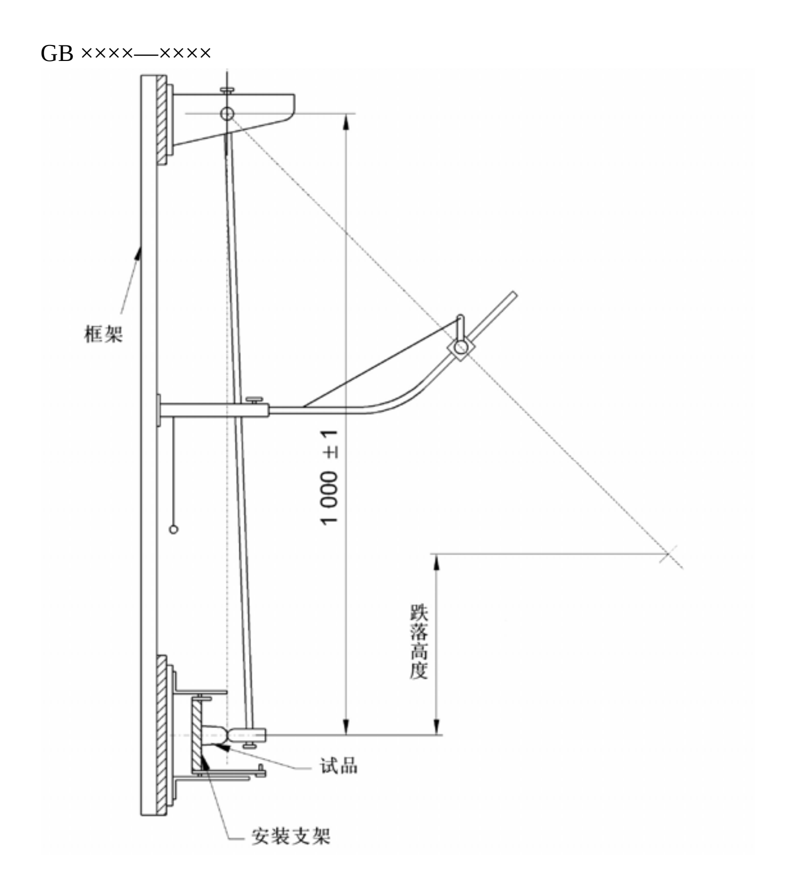
大于 25mm：±0.2mm

试指材料：例如，热处理钢

本试指的两个关节只能在同一平面及同一方向转过 90°角度，允许误差：$^{+10°}_{0°}$

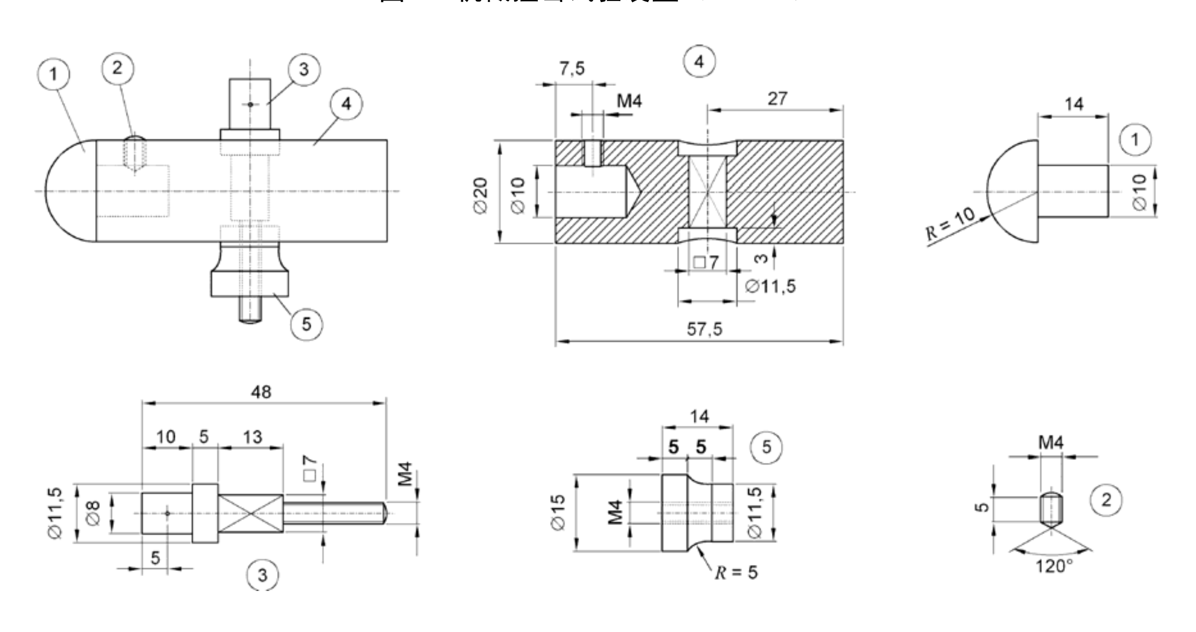
为了限止弯曲角度至 90°，采用定位销和槽的解决方案只是一种可能的方法。因此在图中没有给出详细的尺寸和公差。实际的设计应保证 90°的弯曲角度和 0°至+10°的公差。

图 9 标准试指（9.6）



尺寸以 mm 表示

图 10 机械撞击试验装置（9.13.2）



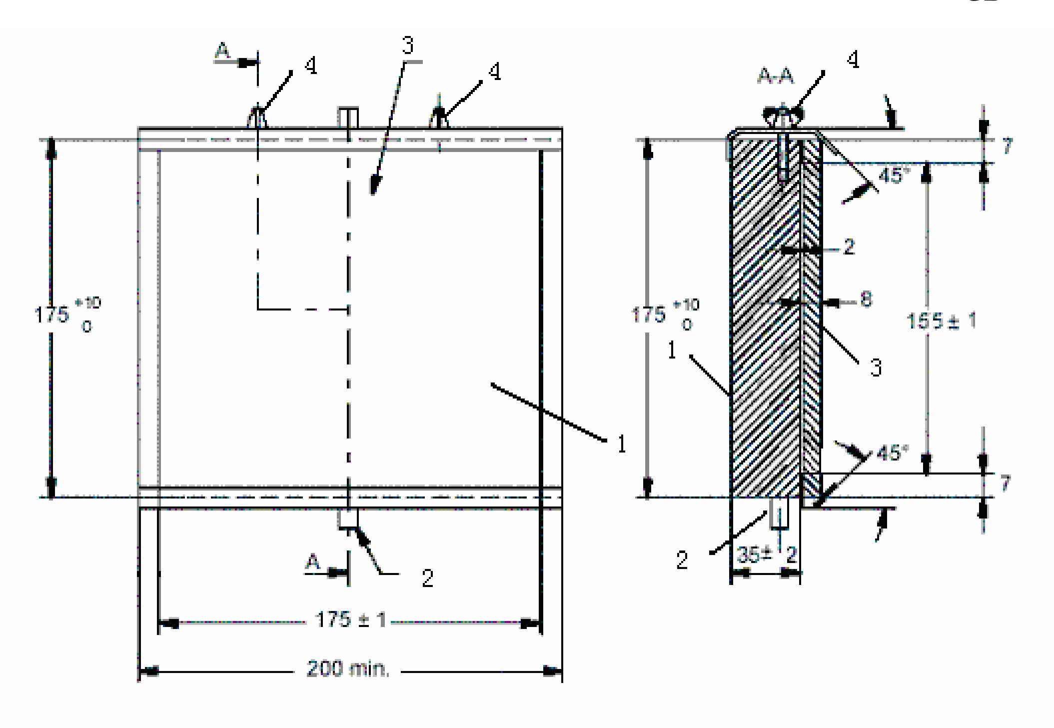
尺寸以 mm 表示

零件材料：

①：聚酰胺

②③④⑤：钢 Fe360

图 11 机械撞击试验装置的摆动撞击元件（9.13.2）



尺寸以 mm 表示

说明：

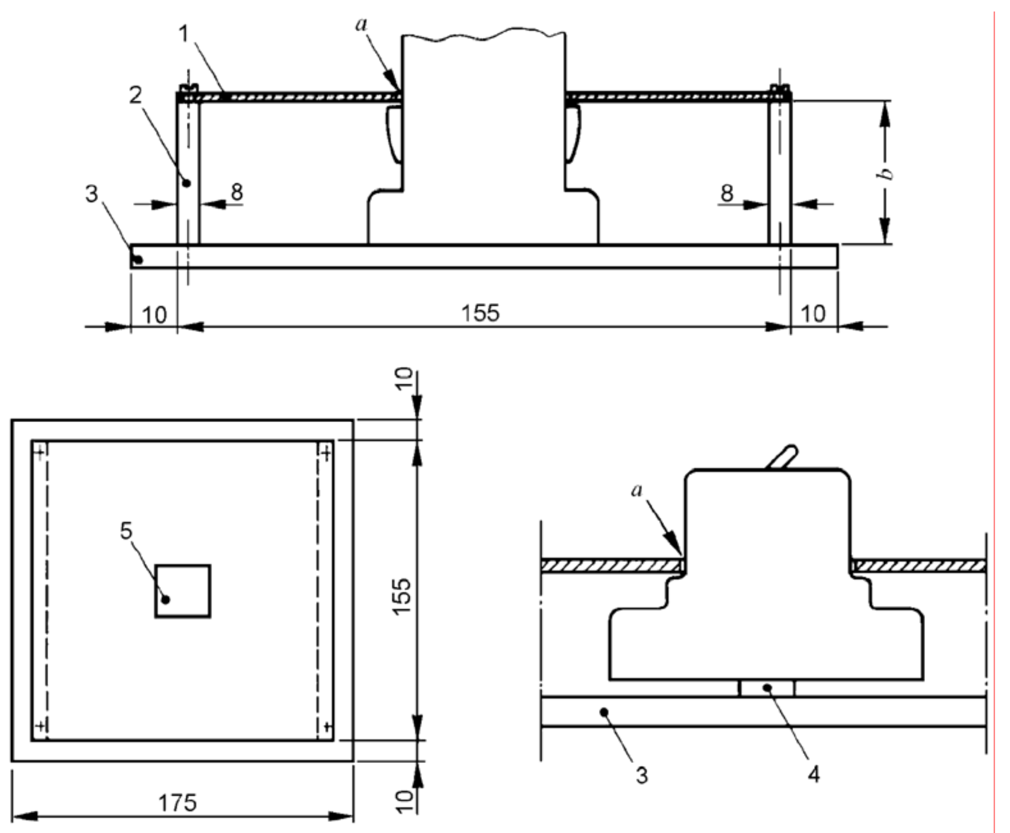
1　质量为(10±1)kg 的基架；

2　绕垂直轴旋转的枢轴；

3　安装板（对平面安装式为木板，其他型式见图 13 和图 14）；

4　允许水平移动的夹具。

图 12 机械撞击试验用安装支架（9.13.2）



尺寸以 mm 表示

说明：

1　厚度为1mm 的可更换的钢板；

2　厚度为8mm 的铝板；

3　安装板；

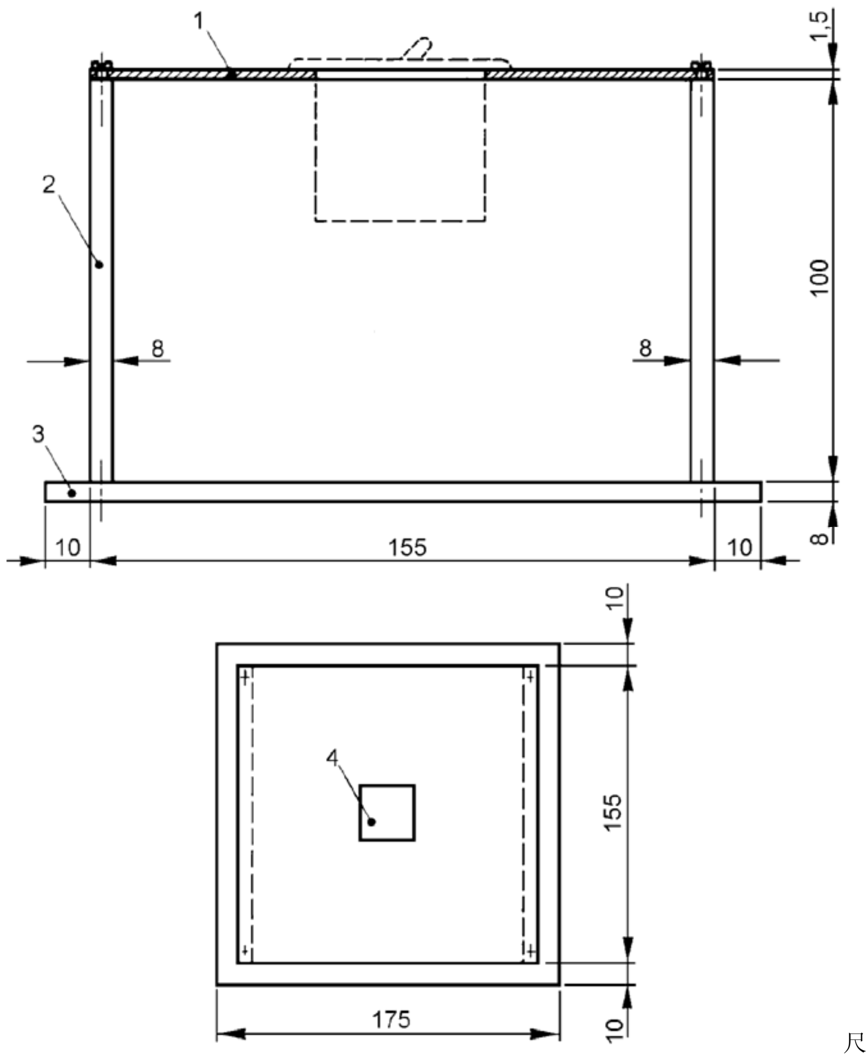
4　轨道式安装SMCB的安装轨；

5　钢板上用于SMCB的开口：

a)　开口的边至SMCB的距离应为1mm～2mm；

b)　铝板的高度应这样，使钢板靠在SMCB的支承面上，如果SMCB没有这样的支承面，则从用一个附加的盖板保护的带电部件至钢板下面的距离为8mm。

图 13 板后固定的 SMCB 机械撞击试验安装示例（9.13.2）



尺寸以 mm 表示

说明：

1　厚度为1.5mm 的可更换的钢板；

2　厚度为8mm 的铝板；

3　安装板；

4　钢板上用于SMCB的开口。

注：在特定情况下，尺寸可放大。

图 14 配电板式 SMCB 撞击试验安装示例（9.13.2）

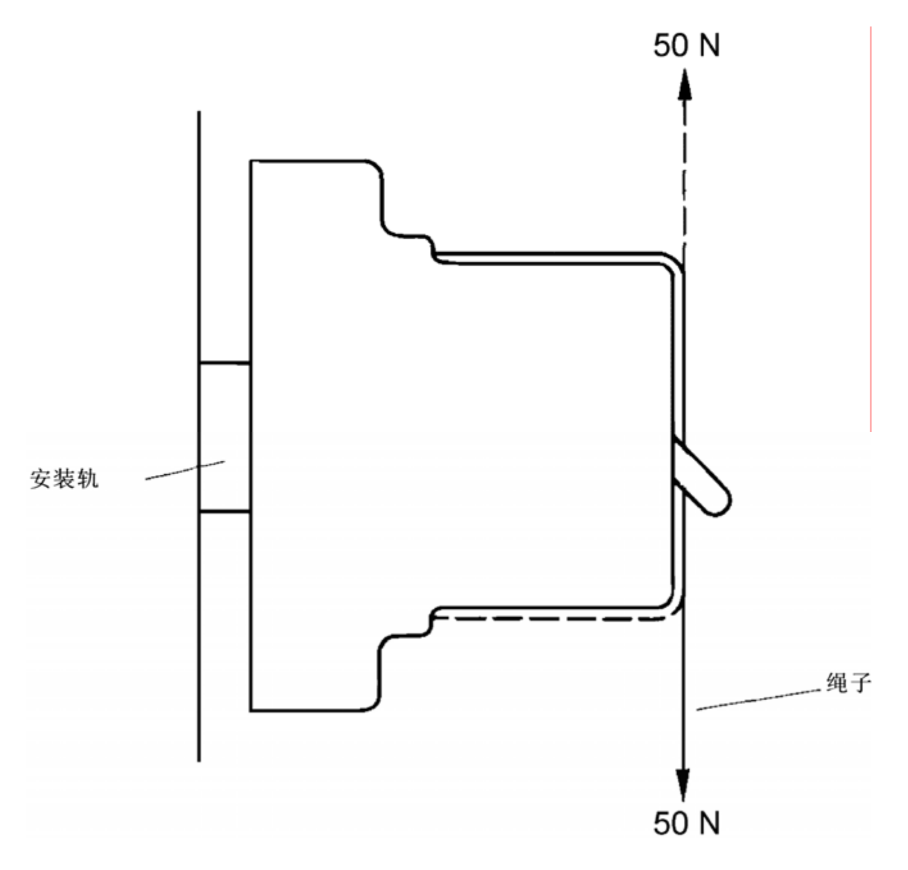


图 15 轨道安装 SMCB 机械试验施加的力（9.13.2.3）

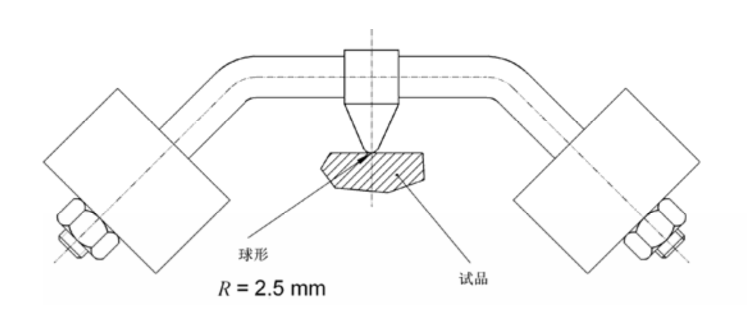
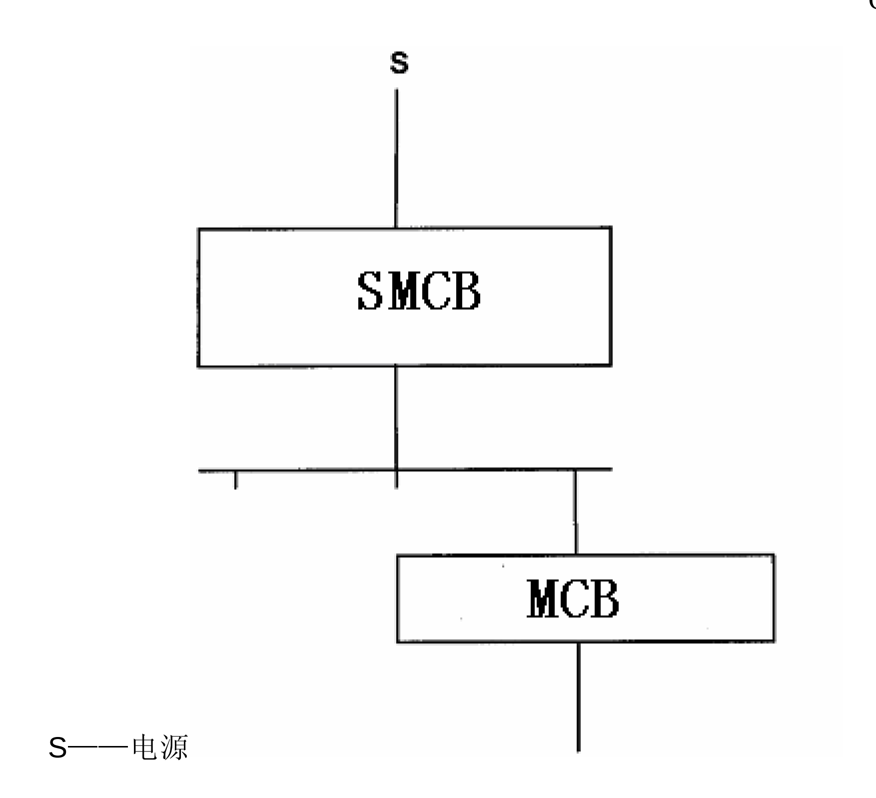


图 16 球压试验装置



S——电源

图 17a 级联配合 1

附　录　A

（资料性附录）

确定短路功率因数的方法

目前尚无能精确确定短路功率因数的统一方法，但就本标准而言，试验电路的功率因数可用下列方法之一确定。

方法Ⅰ：根据直流分量确定。

相角 ϕ 可根据短路瞬间和触头分开瞬间之间非对称电流波形的直流分量曲线来确定，方法如下：

a) 直流分量的公式

$$i_d = i_{do} \times e^{-Rt/L} \quad (A.1)$$

式中：

——i_d 表示在 t 时刻的直流分量值；

——i_{do} 表示时间起始时刻的直流分量值；

——L/R 表示电路的时间常数，以 s 为单位；

——T 表示从起始时刻开始算起的时间，以s为单位；

——e表示自然对数的底。

时间常数 L/R 能从上述公式算出，方法如下：

- 测量短路时刻的 i_{do} 值和在触头分开前另一个时刻 t 的 i_d 值；
- 用 i_d 除以 i_{do} 得出 $e^{-Rt/L}$ 值；
- 根据 e^{-x} 值的表确定相应于比值 i_d/i_{do} 的 $-x$ 值；
- x 值表示 Rt/L，由此可求出 L/R 。

b) 确定相角 ϕ 公式

$$\phi = \arctan \omega L/R \quad (A.2)$$

式中 ω 是实际频率的2π倍。

当用电流互感器测量电流时，不应采用本方法。

方法Ⅱ：用辅助发电机确定。

当使用一台与试验发电机同轴的辅助发电机时，可首先在示波图上比较辅助发电机和试验发电机的相电压相位，然后比较辅助发电机的相电压与试验发电机的电流相位。

一方面根据辅助发电机电压和试验发电机电压的相角差，另一方面根据辅助发电机电压和试验发电机电流之间的相角差得出试验发电机电压和电流之间的相角，由此能确定功率因数。

附　录　B

（规范性附录）

确定电气间隙和爬电距离

在确定电气间隙和爬电距离时，建议应考虑下列几点：

——如果电气间隙和爬电距离受到一个或几个金属部件的影响，则各部分的总和至少应为规定的最小值；

——当几个单独部分的长度小于1.5mm 时，在计算电气间隙和爬电距离的总长度长时，不应计算这些部分的长度。

在确定爬电距离时：

——槽的宽度和深度均大于等于 1.5mm 时，应沿着槽的轮廓线测量；

——槽的任何尺寸小于上述尺寸时，应忽略不计；

——筋高度大于等于 1.5mm 时：

- 如果筋和绝缘材料部件是一体的(例如，用模压、焊接或胶合方式制成的)，则沿着筋的轮廓线测量；
- 如果筋和绝缘材料部件不是一体的，则沿着筋的连接线或剖面的两条轮廓线中较短的路径测量。

用下列图例对上述推荐的应用进行说明：

——图 B.1a，B.1b 和 B.1c 表示在计算爬电距离时，包括槽或不包括槽在内的图例；

——图 B.1d 和 B.1e 表示在计算爬电距离，包括筋或不包括筋在内的图例；

——图 B.1f 说明当筋由插入的绝缘隔板组成，其外部轮廓线比连接部分长度长时，应考虑连接部分的爬电距离；

——图 B.2a，B.2b，B.2c 和 B.2d 说明当绝缘材料部件的凹槽中有固定的零件时，如何确定爬电距离。

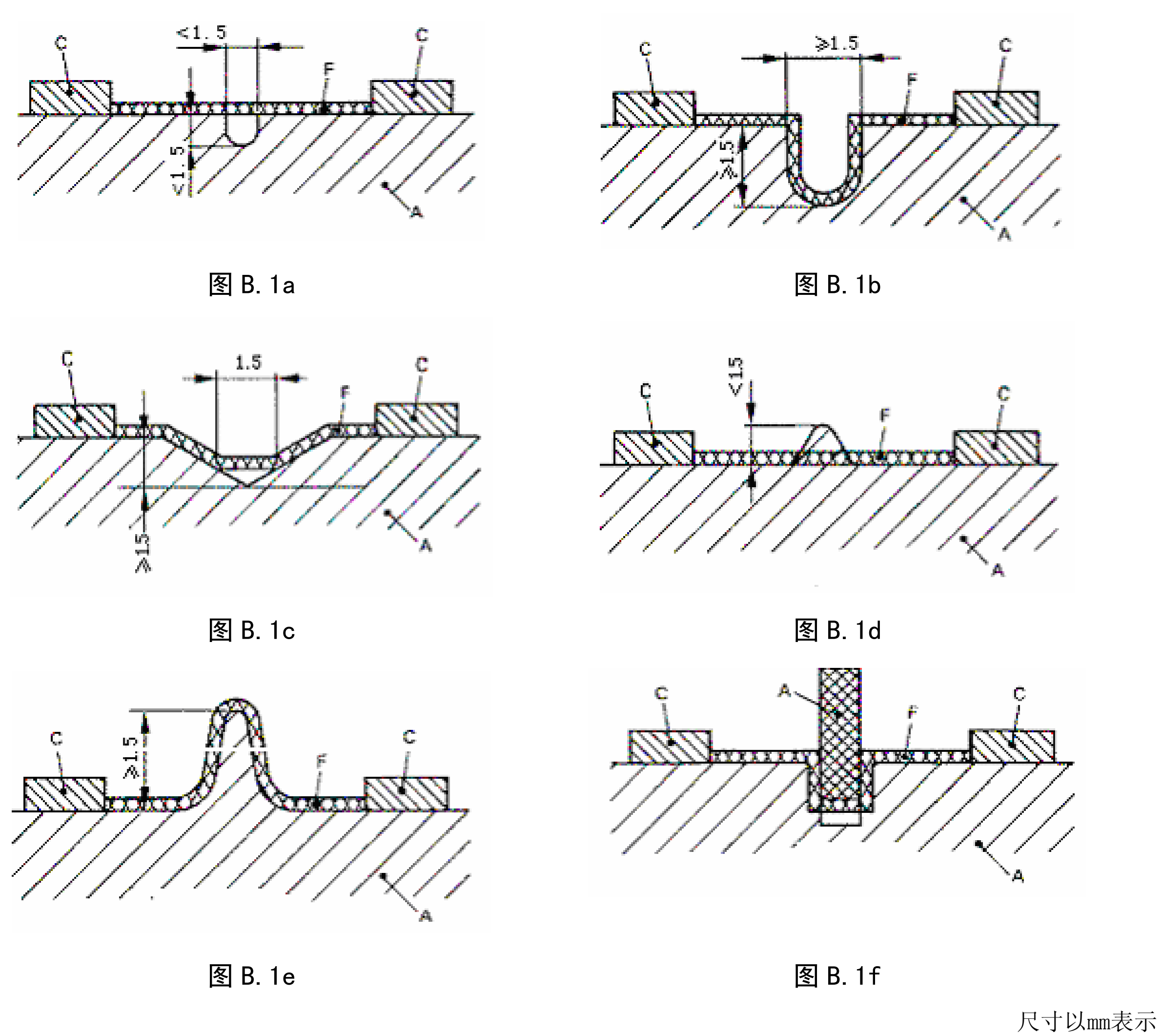


图 B.1a 图 B.1b

图 B.1c 图 B.1d

图 B.1e 图 B.1f

尺寸以mm表示

A——绝缘材料 C——导电部件 F——爬电距离

图 B.1 爬电距离推荐应用图示说明

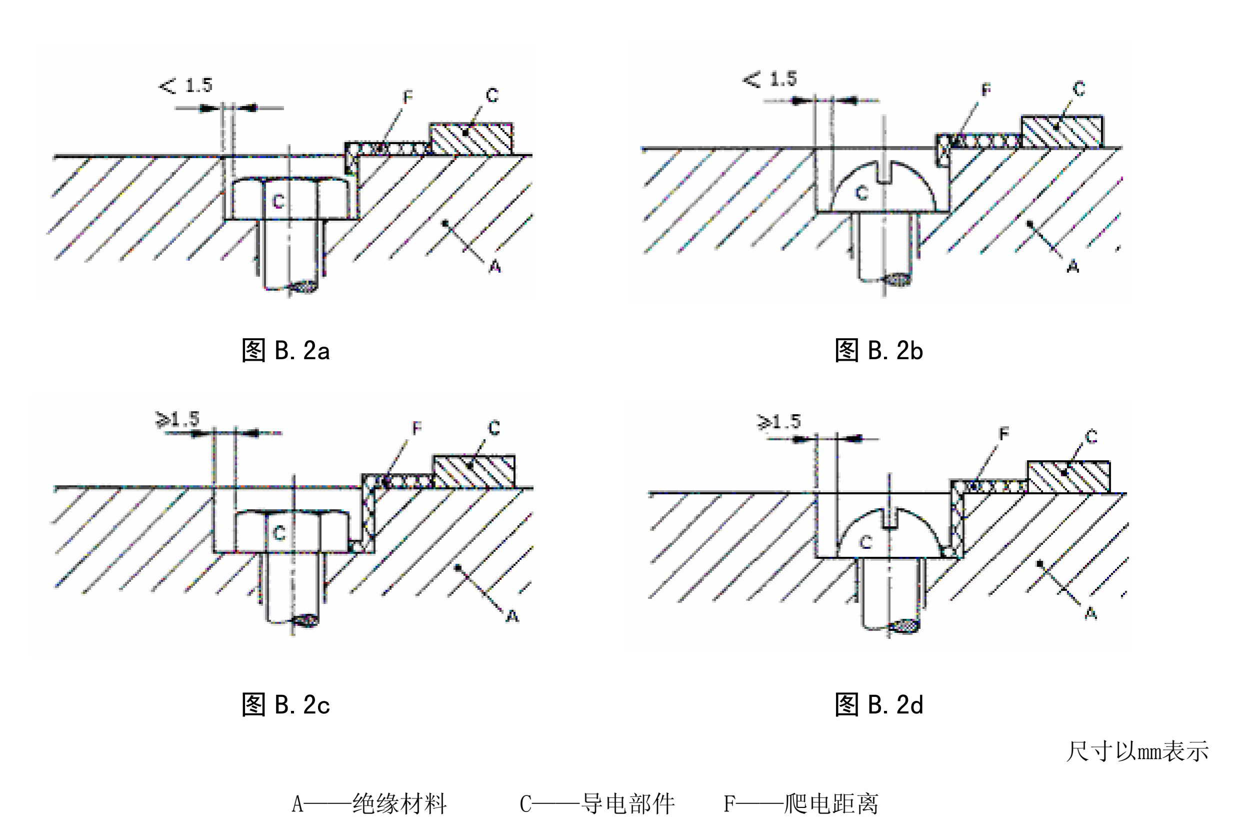


图 B. 2a　　图 B. 2b

图 B. 2c　　图 B. 2d

尺寸以mm表示

A——绝缘材料　　C——导电部件　　F——爬电距离

图　B. 2 爬电距离推荐应用图示说明

附 录 C
（规范性附录）
一致性验证适用的试验程序和提交的试品数量（GB/T20000.1-2002 的 2.15.1）

注：验证可以由：

－ 由制造厂验证，作为供应商的一致性声明（GB/T20000.1-2002 中的 2.15.1.1）；

－ 由独立的认证机构验证，作为认证用（GB/T20000.1-2002 中的 2.15.1.2）。

根据GB/T20000.1-2002的术语，术语“认证”只能用于第二种案例。

C.1 试验程序

按表C.1的规定进行试验，表中每一个试验程序应按规定的次序进行。

表 C.1 试验程序

试验程序		条款	试验(或检查)项目
A		6	标志
		8.1.1	一般要求
		8.1.2	机构
		9.3	标志的耐久性
		8.1.3	电气间隙和爬电距离(仅对外部部件)
		9.4	螺钉、载流部件和连接的可靠性
		9.5	连接外部导线的接线端子
		9.6	电击保护
		8.1.3	电气间隙和爬电距离(仅对内部部件)
		9.14	耐热
		9.15	耐异常发热和耐燃
		9.16	防锈
B		9.7	介电性能和隔离能力
		9.8	温升试验及功耗测量
		9.9	28天试验
C	C_1	9.11.2.1,9.11.2.2（和9.11.3）	机械和电气寿命，接通分断过程的控制
		9.12.11.2.1	低短路电流下的性能
		9.12.12.1	短路试验后验证SMCB
	C_2	9.12.11.2.2	验证适合于在IT系统使用SMCB的短路试验
		9.12.12.1	短路试验后验证SMCB
	C_3	9.11.2.3（和9.11.3）	在级联保护中出现短路时的寿命
D	D_0	9.10	脱扣特性
	D_1	9.13	机械应力
		9.12.11.3	在1 500A下的短路性能
		9.12.12.1	短路试验后验证SMCB
E	E_1	9.12.11.4.2	运行短路能力（I_{cs}）试验
		9.12.12.1	短路试验后验证SMCB
	E_2	9.12.11.4.3	额定短路能力（I_{cn}）试验
		9.12.12.2	短路试验后验证SMCB
F	F_1	9.12.13.1	级联配合1的短路选择性
		9.12.12.1	短路试验后验证SMCB
G		9.12.14	验证用前接过电流保护装置进行后备保护的试验
		9.12.12.2	短路试验后验证SMCB
注：制造厂同意时，同一组试品可用于几个试验程序。			

C.2 提交全部试验程序的试品数量

如果只有一个额定值（即，一组额定量，见5.2）和一种型式（极数、瞬时脱扣型式）的SMCB提交试验，提交不同试验程序的试品数量如表C.2所示，表中还给出了合格标准。

如果按表C.2第2栏提交的所有试品都通过试验，则满足了符合本标准的要求。如果只有第3栏中给出的最少数量的试品通过了试验，则应对第4栏所示的增加的试品进行试验，且应完满地完成该试验程序。

对于具有一个以上额定电流的SMCB，每一试验程序应提交两组分开的SMCB：一组整定在最大额定电流，另一组整定在最小额定电流。此外，应提交一台含有所有其它额定电流的试品进行表C.1中试验程序D_0的试验。

表 C.2 全部试验程序的试品数量

试验程序		试品数量	应通过试验的最少试品数量 [a、b]	重复试验的最多试品数量 [c]
A		1	1	—
B		3	2	3
C	C_1	3	2[e]	3
	C_2[f]	3	2[e]	3
	C_3	3	2[e]	3
D		3	2[e]	3
E_1		3+3[d]	2[e] +2[d,e]	3+3[d]
E_2		3+4[d]	2[e] +3[d,e]	3+4[d]
F	F_1	3	2[e]	3
G		3+3	2[e]+2[e]	3+3

[a] 总共最多可重复试验两个试验程序。

[b] 假定没有通过试验的试品，没有满足技术要求是由于工艺或装配的缺陷，而不是设计的原因。

[c] 在重复试验时，所有的试验结果都应合格。

[d] 在额定电压为 230/400V 的单极 SMCB（见表 1）时，增加的试品数。

[e] 所有的试品均应符合 9.12.10、9.12.11.2、9.12.11.3 和 9.12.11.4 的试验要求（适用时）。

[f] 对本试验程序，把“保护极数量”看作“试品数量”。

C.3 简化试验程序提交的试品数量

当基本设计结构相同的一个系列的SMCB同时提交试验时，本条款适用。

C.3.1 对于基本设计相同的一个系列SMCB，试验的试品数量可按表C.3.2和C.3.3减少。

对这一个系列SMCB以后增加的规格（例如额定电流值增加，不同类别的脱扣特性，不同的极数），试品减少同样适用。

注：当相对于已通过试验的一个系列SMCB作了一些很小变化的一个系列SMCB提交试验时，可同意进一步减少试品数量和试验。

如果符合下列条件，可认为SMCB具有相同的基本设计结构：

——具有相同的基本设计；

——每极的外部物理尺寸相同；

——除了下面 a）项所列的不同外，内部载流件的材料，涂层和尺寸相同；

——接线端子具有类似的结构（见下面 d）项）；

——触头尺寸，材料，结构及连接方式相同；

——手动操作机构（材料和物理特性）相同；

——模压材料和绝缘材料相同；

——灭弧装置的灭弧方式，材料和结构相同；

——除了下面 b）项所列的不同外，过电流脱扣装置的基本结构相同；

——除了下面 c）项所列的不同外，瞬时脱扣装置的基本结构相同；

——其电压额定值用于同一型式的配电电路（见表 1）；

——多极 SMCB 由单极 SMCB 组成，或由与单极 SMCB 相同的元件组装而成，除了极与极之间的外部隔板外，每极的外形尺寸相同。

允许有下列不同：

a） 内部载流连接件的截面积；

b） 过电流脱扣装置的尺寸和材料；

c） 瞬时脱扣装置的工作线圈的匝数和截面积；

d） 接线端子的尺寸。

C.3.2　对于按4.5具有相同脱扣类别的SMCB，被试品数量可按表C.3减少。

表 C.3　一个系列不同极数的 SMCB 的试品数量的减少

试验程序		与极数有关的试品数量[a]			
		单极[b]	二极[c]	三极[d]	四极[e]
A		1 最大额定电流	1 最大额定电流[g, i]	1 最大额定电流[i]	1 最大额定电流[i]
B		3 最大额定电流	3 最大额定电流[g]	3 最大额定电流	3 最大额定电流
C	C_1	3 最大额定电流	3 最大额定电流[g]	3 最大额定电流	3 最大额定电流
	C_2	3 最大额定电流	2 最大额定电流 （对二个保护极），或 3 最大额定电流 （对一个保护极）	1 最大额定电流	1 最大额定电流
	C_3	3 最大额定电流	—	—	—
D_0+D_1		3 最大额定电流	3 最大额定电流[h]	3 最大额定电流	3 最大额定电流
D_0		1 所有其它额定电流			
E_1		3+3[f] 最大额定电流 3+3[f] 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流
E_2		3+4[f] 最大额定电流 3+4[f] 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流
F	F_1	3 最大额定电流 3 最小额定电流	—	—	—
G		3+3 最大额定电流 3+3 中间额定电流 3+3 最小额定电流	—	—	—

[a] 如果按C.2的合格标准重复进行试验时，对有关试验程序用一组新的试品。重复试验时，所有试验结果应合格。

[b] 如果只有多极 SMCB 提交试验时，本栏也适用于一组极数最少的试品（取代相应的栏）。

[c] 本栏适用于带两个保护极或一个保护极的二极 SMCB。

[d] 当四极 SMCB 已进行过试验，本栏可省略。

[e] 本栏也适用于带 3 个保护极和一个中性极的 SMCB。

[f] 对 230/400V 的单极 SMCB，增加的试品。

[g] 当三极或四极 SMCB 已进行过试验时，本试验程序可省略。

[h] 当三极或四极 SMCB 已进行过试验，对带 2 个保护极的二极 SMCB 本试验程序可省略。

[I] 当多极 SMCB 提交试验时，最多对 4 个连接外部导线的螺纹型接线端子进行 9.5 的试验，即 2 个电源端子和 2 个负载端子。

C.3.3　对于C.3.1所述基本结构相同，但按4.5脱扣特性不同而增加的一个SMCB系列，所适用的试验程序数可按表C.4减少，试品数量按表C.3的规定。

表 C.4 具有不同脱扣特性的一个系列 SMCB 的试验程序

首先试验的 SMCB 型式	接着试验的其他型式的 SMCB 的试验程序	
	E 型	Cs 型
E	—	D+E+F[c]+G
Cs	B[a]+D_0+E	—

[a] 对于这些试验只要求做 9.8 的试验。

[b] 空。

[c] 对于这些试验只要求做 9.12.13.1（和 9.12.12.1）。

附　录　D1

（资料性附录）

在同一电路中 SMCB 与分开设置的熔断器的配合

如果在SMCB后面接入熔断器作为故障条件下的电击保护(间接接触保护),应考虑最大0.1s的附加时间。

附　　录 D2

（规范性附录）

关于在同一电路中 SMCB 与分开设置的熔断器配合的信息

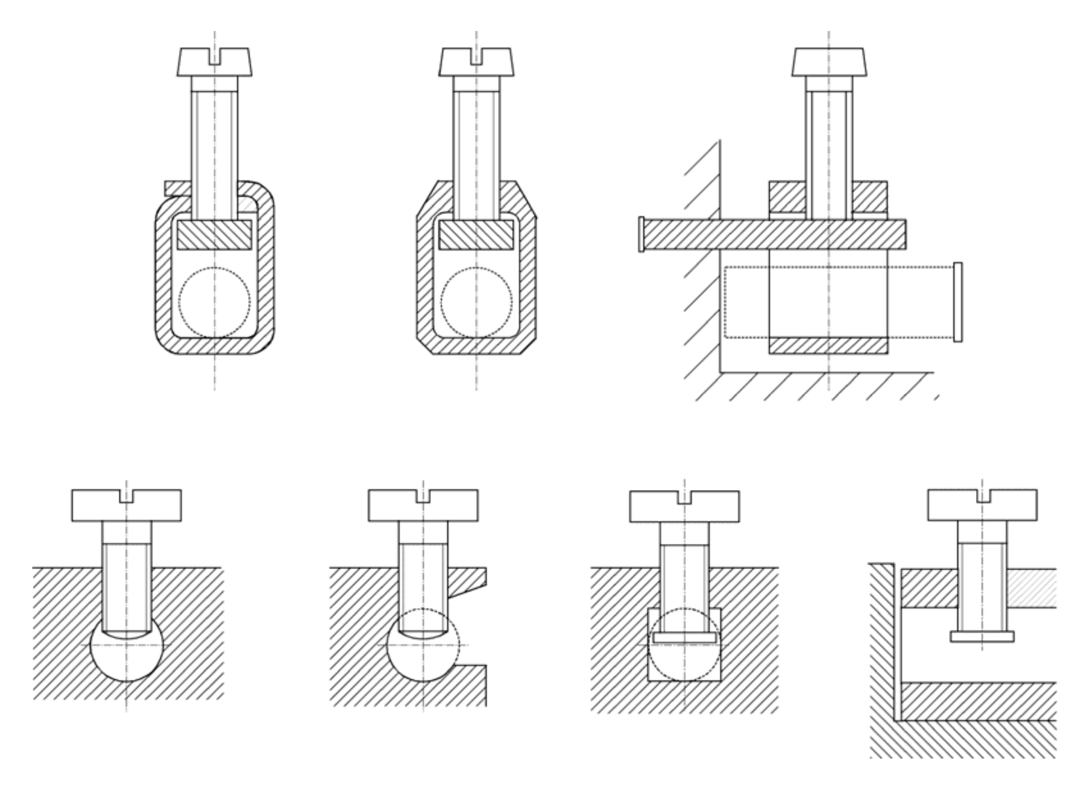
在样本中和随同包装的说明中提供的安装说明内容

在SMCB后配置熔断器作为故障条件下电击保护（间接接触保护）时，在计算接地故障回路阻抗时用0.3s的分断时间代替0.4s。

附 录 E 空

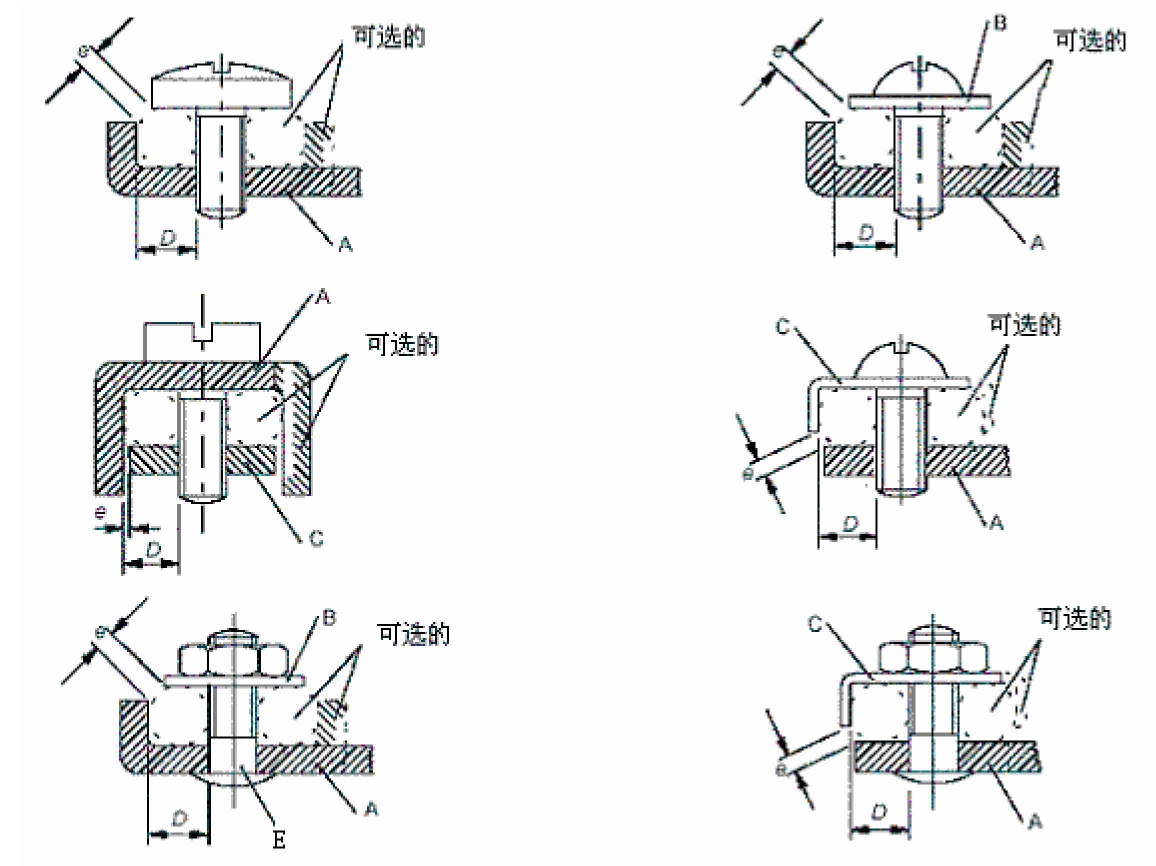
附　录　F
(资料性附录)
接线端子示例

在本附录中给出一些接线端子的设计示例。安装导线的部位应有适合于容纳实心硬导线的直径以及具有适合于容纳硬性多股绞合导线的截面积(8.1.5)。



带有螺纹孔的接线端子部件和导线被螺钉夹紧的接线端子部件可以是两个分开的部件，例如带有夹头的接线端子。

图　F.1 柱式接线端子示例



说明：

A——固定部件

B——垫圈或夹紧板

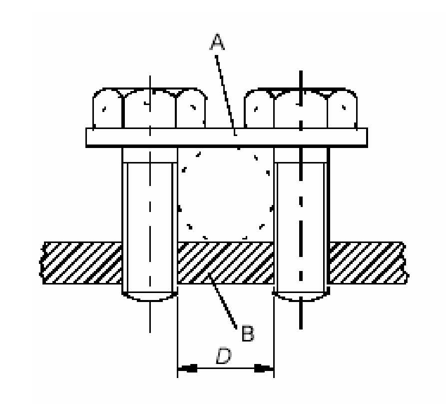
C——防松装置

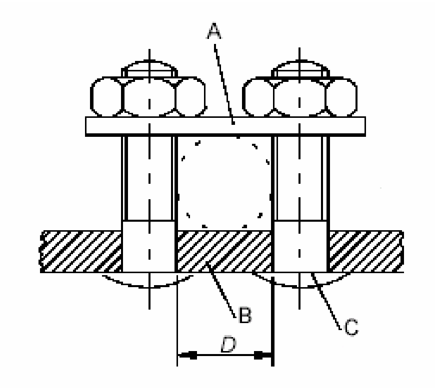
D——导线孔

E——螺栓

只要夹紧导线所必须的压力不是通过绝缘材料传递，使导线定位的部件可以由绝缘材料制成。

图 F.2 螺钉接线端子和螺栓接线端子示例





说明：

A——鞍形板

B——固定部件

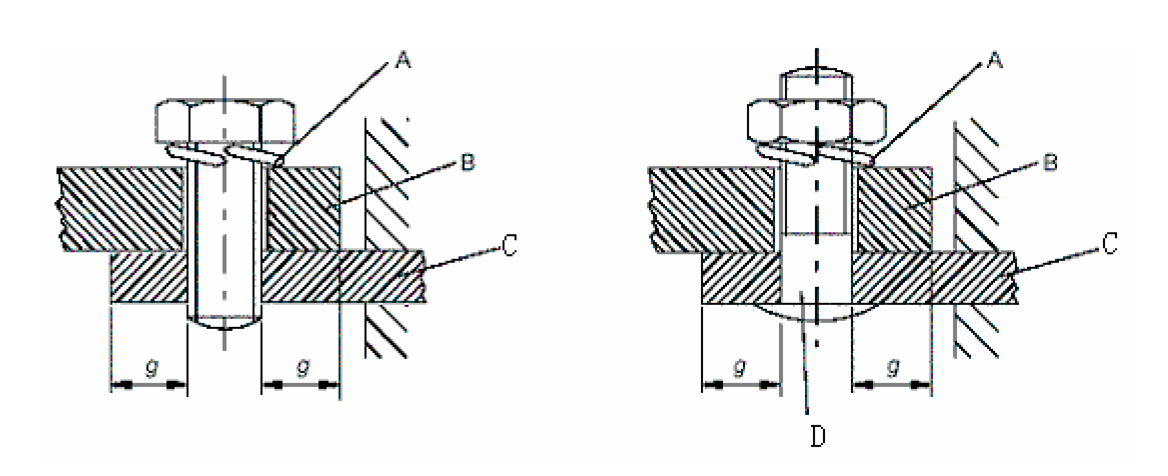
C——螺栓

D——导线孔

鞍形板的两面可以是不同的形状，通过翻转鞍形板以适应截面积大小不同的导体。

接线端子可以有两个以上的夹紧螺钉或螺栓。

图 F.3 鞍形接线端子示例



说明：

A——锁紧装置

B——电缆接线片或母排

C——固定部件

D——螺栓

对这种型式的接线端子，应提供一个弹簧垫圈或等效的锁紧装置，夹紧部位的表面应是光滑的。

对某些型式的电器，允许使用的接线片式接线端子比要求的尺寸小。

图 F.4 接线片式接线端子示例

附　录　G

空

附　录　H
（规范性附录）
用于短路试验的装置

被试SMCB按图H.1所示并按制造厂的说明进行安装，可要求图H.1适应SMCB的特定结构。

当需要时(即在“O”操作时)，把一片厚(0.05±0.01)mm，每边尺寸至少比SMCB前面的外形尺寸大50mm，但不小于200mm×200mm的透明聚乙烯薄膜固定并适当地绷紧在一个框架上，框架放置在距下列部位10mm的地方：

——没有操作件凹槽时，离 SMCB 操作件的最高凸出部位；

——有操作件凹槽时，离 SMCB 操作件凹槽的边缘。

聚乙烯薄膜应有下列物理性能：

——在23℃时的密度：(0.92±0.05)g/cm^3；

——熔点：110℃~120℃。

需要时，如图H.1所示在电弧喷出口和聚乙烯薄膜之间放置一块至少厚2mm的绝缘材料隔板以免从电弧喷出口喷出的热的粒子损坏聚乙烯薄膜。

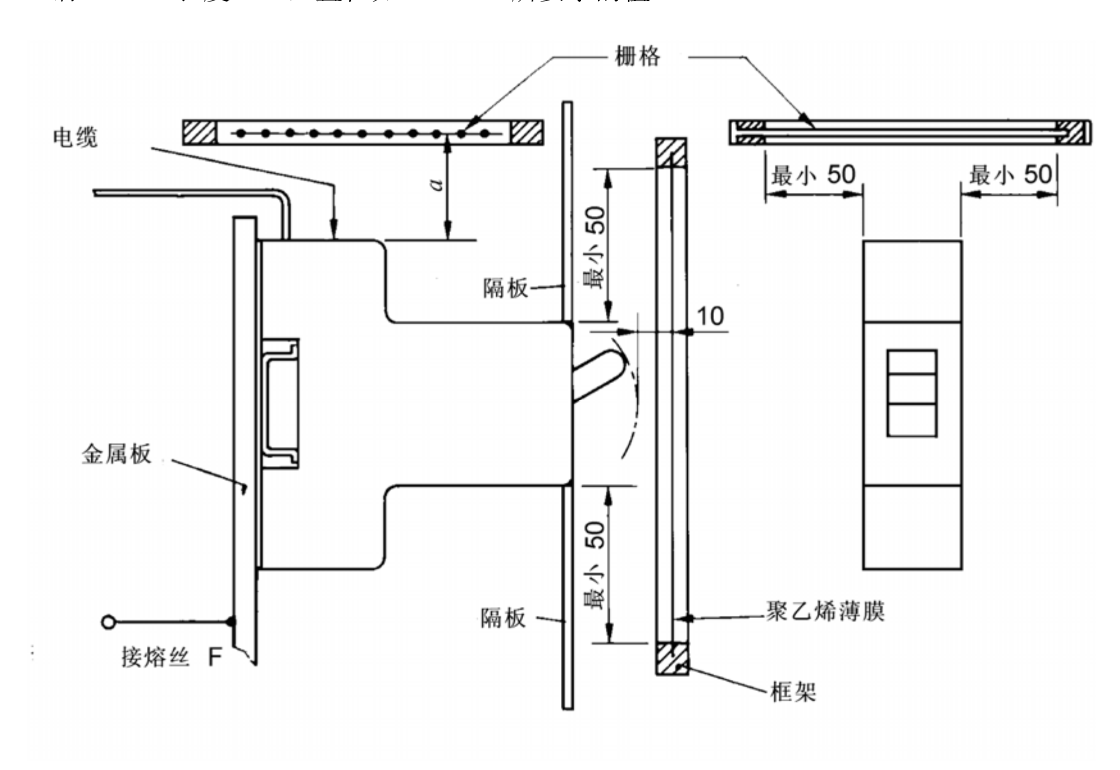
需要时，在距离SMCB的每个电弧喷出口这边距离为“a”mm 的地方放置一个如图H.2所示的栅格。

栅格电路(见图H.3)应连接到点B、点C或点C’(适用时)（见图3至图6）。

栅格电路的参数如下：

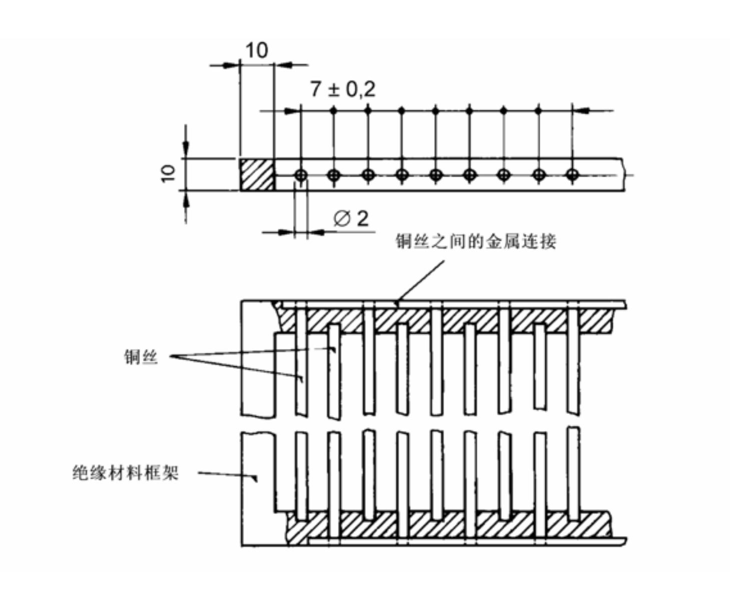
——电阻R’：1.5Ω；

——铜丝F’：长度50mm，直径如9.12.9.1所要求的值。



尺寸以 mm 表示

图 H.1 试验装置



尺寸以 mm 表示

图 H.2 栅格

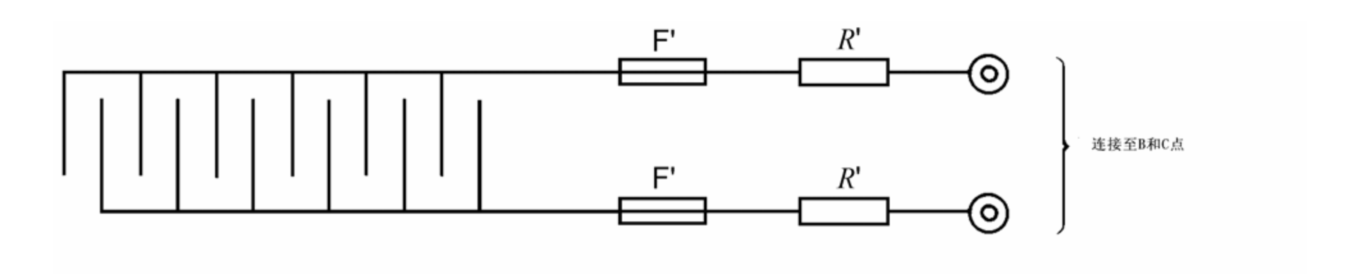


图 H.3 栅格电路

附　录　I
（规范性附录）
常规试验

本附录所规定的试验是用来揭示与安全有关的材料或制造方面不合格的缺陷。

根据制造厂得到的经验，为确保每台SMCB与通过本标准试验的样品一致，可能需要做更多的试验。

I.1　脱扣试验

a）验证时间－电流特性

从冷态开始，对每个保护极分别通以表2规定的约定脱扣电流I_t与延时脱扣电流I_{tv}之间任何合适的电流值。

SMCB应在脱扣特性极限时间之间，相应于制造厂所选择的点的时间内脱扣。

b）验证短延时脱扣

SMCB短延时脱扣试验可采用等效试验方法，等效试验的试验电流、脱扣时间和试验方法由制造商在相关技术条件下制定，但等效试验结果应符合表7中试验c和试验d的要求。

I.2　验证断开触头之间的电气间隙

SMCB处在断开位置，在当SMCB闭合时电气上连接在一起的接线端子之间施加1 500V，频率为50Hz或60Hz，基本上为正弦波的电压 1s。

不应发生闪络和击穿。

也可选用其它任何合适的验证断开触头之间电气间隙的方法（例如，用X-射线验证）。

附　录 ZA

（资料性附录）

短路电流≤10 000A 及能量限制等级 3 的 MCB 的最大允许 I^2t 值

短路电流 A	额定电流 A	最大 I^2t A^2s	
		B 特性	C 特性
500	小于等于 16	2 500	2 500
630		3 000	3 000
800		4 000	4 000
1 000		4 500	5 500
1 250		6 000	6 500
1 500		7 000	8 000
2 000		9 000	11 000
3 000		15 000	18 000
4 500		25 000	30 000
6 000		35 000	42 000
10 000		70 000	84 000
500	大于 16 至 32 *	2 500	2 500
630		3 000	3 000
800		4 000	4 000
1 000		5 000	5 500
1 250		6 000	7 000
1 500		7 500	9 000
2 000		10 000	13 000
3 000		18 000	22 000
4 500		32 000	39 000
6 000		45 000	55 000
10 000		90 000	110 000

*) 对 40A 额定电流，允许高出 I^2t 值 20%。